

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekstiili- ja vaateustekniikan koulutusohjelma  
Tekstiili- ja vaateustekniikka

Opinnäytetyö

TEKSTIILIMATERIAALIEN NYPPYYNTYMINEN JA NYPPYYNTYMISEN  
VERTAILU ERI TESTAUSMENETELMILLÄ

Suvi Järvinen

Työn ohjaajat: laboratorioinsinööri Anja Änkö  
ja projekti-insinööri Henna Vuorisalo  
Työn tilaaja: Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere 12/2008

Järvinen Suvi

Opinnäytetyö  
Työn ohjaajat

Työn teettäjä  
Joulukuu 2008  
Hakusanat

Tekstiilimateriaalien nyppyyntyminen ja nyppyyntymisen vertailu eri testausmenetelmillä  
82 sivua + 81 liitesivua

laboratorioinsinööri Anja Änkö ja projekti-insinööri Henna Vuorisalo

Tampereen ammattikorkeakoulu

nyppyyntyminen, testausmenetelmät, tekstiilit

## TIIVISTELMÄ

Nyppyyntyminen on ongelma eri kuiduista valmistetuilla materiaaleilla. Nyppyyntymistä voi esiintyä asusteissa, vuodevaatteissa, huonekalukankaissa ja jonkin verran myös kuitukankaissa. Neuloksissa nyppyyntymistä esiintyy löysemmän sidosrakenteen vuoksi useammin kuin kudotuissa kankaissa. Vaikkei nyppyyntyminen aiheuta tuotteelle varsinaisia ongelmia vaan on vain esteettinen haitta, on tärkeätä ainakin ehkäistä nyppyyntymistä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisten materiaalien ja testauslaitteiden vaikutusta nyppyyntymisen testituloksiin. Testaukset suoritettiin voimassa olevien tekstiilistandardien mukaisesti Tampereen ammattikorkeakoulun testauslaboratoriossa. Laboratoriossa tutkittiin eri materiaalien, sidosten ja tiheyksien vaikutusta nyppyyntymiseen eri nyppyyntymisestestauslaitteilla. Samalla tutkittiin myös vesipesujen vaikutusta materiaalien nyppyyntymiseen. Käytössäni oli kaksi nyppyyntymisestestauslaitetta, Martindale ja Random Tumble Pilling Tester. Nyppyyntymistä tutkittaessa yleisimmin käytettyjä testauslaitteita ovat Martindale-laitteisto, Random Tumble Pilling Tester ja Pillinglaatikko. Aiemmin merkittävin nyppyyntymisen testauslaite oli Random Tumble Pilling Tester – laitteisto, mutta nykyisin Martindale-laitteistoa käytetään eniten.

Testaustulokset osoittavat, että eri testilaitteet voivat antaa erilaiset nyppyyntymistulokset samalle kankaalle. Martindale-laitteella saadut Face to face -arvosanat ovat kaikkein luotettavimmat, koska testaustilanne muistuttaa normaalikäyttöolosuhteita, jossa kangas hankautuu itseään vasten. Random Tumble Pilling Tester -laitteessa pyörivät koepalat joutuvat alttiiksi kevyemmälle ja sattumanvaraiselle hankaukselle, koska koepalojen molemmat puolet hankautuvat korkkilevyä vasten, jolloin kosketuskohta ja tutkittava alue vaihtelevat.

Testauksessa mukana ollut Coolmax Frech, 100-prosenttinen polyesterineulos oli ainoa materiaali, joka ei nyppyyntynyt missään testissä, koska se on neulottu filamenttilangasta. Huonekalukankaat nyppyyntyivät keskimääräistä vähemmän ja neuloskoitteet olivat eniten nyppyyntyviä. Eri sidoksista parhaimmat arvosanat saivat palttina, sileä piikeeneulos ja kreppi. Työvaatemateriaalien tiheärakenteinen 2/1-toimikas-sidos osoittautui myös hyväksi sidokseksi.

Järvinen Suvi

Engineering Thesis

Thesis Supervisors

Commissing company

December 2008

Keywords

Pilling of textile materials and comparison of pilling with different testing methods

82 pages + 81 appendices

laboratory engineer Anja Änkö and project engineer Henna Vuorisalo

Tampere University of Applied Sciences

pilling, testing methods, textiles

## ABSTRACT

Pilling is a typical problem in fabrics made of different fibres. Pilling appears in accessories, bedclothes, upholstery fabrics and also a little in nonwoven fabrics. Pilling appears more often in knitted fabrics than in woven fabrics because of its looser weave structure. Though pilling only have an effect on aesthetics of the fabric without causing any essential problems, it is important at least to prevent pilling.

The meaning of this Engineering Thesis was to research the effects of different materials and testers on pilling test results. Tests were accomplished according to valid textile standards in textile laboratory of Tampere University of Applied Sciences. In laboratory different materials, weaves and density effect on pilling was researched with different pilling testers. The research was concerning also the effects of laundering on pilling. I worked with two pilling testers, Martindale and Random Tumble Pilling Tester. Mostly used testers in pilling research are Martindale –tester, Random Tumble Pilling Tester and Pilling box. Previously the most significant pilling tester was Random Tumble Pilling Tester, but nowadays Martindale-tester is the most used.

Test results show that different testers can give different pilling results for the same fabric. Face to face –grades of Martindale-tester are the most reliable grades, because of testing situation, which is similar to normal wear conditions, where fabric abrades against itself. Test specimens of Random Tumble Pilling Tester are forced to dispose on lighter and coincidental abrasion. As the test specimen`s both sides are rubbing against cork thin, the contact surface and examined area varies.

Coolmax Frech, 100 % polyester –knitted fabric was the only one material that didn`t get fuzzy in any test, because it`s made of filament yarn. Upholstery fabrics got less fluffy than average and blended knitted fabrics had the highest pilling tendency. The best grades of different weaves were plain weave, single piqué weave and crepe weave. High-density 2/1-twill weave of work wear material also proved to be beneficial weave.

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoululle ohjaavan opettajani Anja Änkön ehdotuksesta. Opinnäytetyö on kokonaan julkinen.

Haluan kiittää laboratoriomestari Timo Kangasmäkeä ja verhoilija Lasse Alhamoa, joilta sain tarvitsemani huonekalukankaat ja niitä kolmea tekstiilialan yritystä, jotka lähettivät pyynnöstäni neuloksia, työvaatemateriaaleja ja lakanakankaita nyppyyntymistestejä varten.

Lisäksi kiitän lehtori Juha Heinolaa ja lehtori Marja Vanhataloa, jotka auttoivat lähdemateriaalin hankinnassa ja vastasivat opinnäytetyöhöni liittyviin kysymyksiin.

Kiitän Tampereen ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööriä Anja Änköä ja projekti-insinööriä Henna Vuorisaloa opinnäytetyöni valvomisesta ja ohjaamisesta. Heistä oli suuresti apua. He neuvoivat ja auttoivat mielellään aina kun tarvitsin apua.

Tampereella 11. joulukuuta 2008

Suvi Järvinen

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	6
2 TUTKITTAVAT MATERIAALIT .....	8
2.1 Materiaalin neliömassan määrittäminen .....	8
2.2 Materiaalin tiheyden määrittäminen .....	11
3 NYPPYYNTYMINEN .....	13
3.1 Nyppyntymiseen vaikuttavat tekijät.....	15
3.1.1 Kuituhienous ja poikkileikkaus .....	16
3.1.2 Kuitupituus .....	16
3.1.3 Kuitulujuus .....	17
3.1.4 Materiaalin sähköistyvyys .....	17
3.1.5 Langan valmistusmenetelmä .....	18
3.1.6 Langan kierre .....	18
3.1.7 Langan kertaukset .....	20
3.1.8 Kankaan ja neuloksen rakenne ja tiheys.....	20
3.1.9 Materiaalin viimeistys .....	22
3.2 Pesujen vaikutus nyppyntymiseen .....	22
4 NYPPYYNTYMISEN TUTKIMINEN .....	24
4.1 Testausmenetelmät ja –laitteet .....	24
4.1.1 Martindale-laitteisto .....	25
4.1.2 Testauksen suorittaminen.....	26
4.1.3 Random Tumble Pilling Tester –laitteisto .....	28
4.1.4 Testauksen suorittaminen.....	29
4.1.5 Pesunyyppyntyminen .....	30
4.1.6 Testauksen suorittaminen.....	30
4.1.7 Testausmenetelmien vertailua.....	32
4.2 Kierteen vaikutus nyppyntymiseen .....	32
4.2.1 Zweigle D314 -kierremittari .....	32
4.2.2 Testauksen suorittaminen.....	32
5 TESTAUSTULOKSET .....	34
5.1 Martindale-menetelmä .....	34
5.2 Random Tumble -menetelmä.....	45
5.3 Pesunyyppyntyminen .....	50
5.4 Langan kierremittaukset.....	52
6 TESTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI .....	55
6.1 Eri laitteiden ja menetelmien vaikutus testaustuloksiin.....	64
6.2 Eri materiaalien ja sidosten vaikutus testaustuloksiin.....	69
7 NYPPYYNTYMISEN VÄHENTÄMINEN.....	70
7.1 Antipillingkuidut .....	71
7.2 Nyppyntymisenestoviimeistykset .....	72
8 TESTAUSTULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO.....	74
LÄHDELUETTELO.....	76
LIITTEET .....	79

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutkia erilaisten kankaiden ja neulosten nyppyyntymistä kolmella eri menetelmällä ja analysoida eri menetelmien eroja. Nämä menetelmät olivat:

1. Muunnettu Martindale-menetelmä
2. Random Tumble -menetelmä
3. Vesipesun vaikutus nyppyyntymiseen

Materiaalin nyppyyntymistä tutkittiin Martindale-menetelmällä kahdella eri periaatteella, hankaamalla tutkittavaa kangasta standardivillakangasta vasten ja asettamalla testattavat materiaalit hankaamaan Face to face -periaatteella. Toinen nyppyyntymisen määrittämisessä käytetty Random Tumble -menetelmä perustuu siihen, että pyörivässä sylinterissä olevat testikankaat nyppyyntyvät hankautuessaan satunnaisesti korkkia, toisiaan ja roottoria vasten. Pesunyyppyyntymisen määrittämiseksi materiaalinäytteet pestiin kotipesukoneessa vesipesuna kunkin materiaalin pesuohjeen mukaisesti standardipesuaineella ilman huuhteluainetta.

Tutkittavat materiaalit olivat neuloksia ja kudottuja kankaita, joissa oli 100-prosenttisia materiaaleja tai sekoitteita. Materiaalit olivat käyttötarkoitukseltaan erilaisia, joilta kaikilta vaaditaan kohtalaista nyppyyntymisenkestoa. Testattavana oli 4 huonekalukangasta, 6 neulosta, 6 työvaatemateriaalia, joista 2 oli neulosta sekä 4 lakanakangasta. Huonekalukankaat sain työn teettäjältä TAMKilta, neulokset, työvaatemateriaalit ja lakanakankaat sain eri tekstiilialan yrityksiltä.

### Työn teettäjä

Työn teettäjänä on Tampereen ammattikorkeakoulu, TAMK, joka vakinaistettiin 1.8.1996. TAMKin rehtorina toimii Markku Lahtinen. TAMKissa on 5000 tutkinto-opiskelijaa, joista 1000 on aikuisopiskelijoita ja 550 opiskelee ammatillisessa opet-

tajakorkeakoulussa. Henkilökuntaan kuuluu 450 jäsentä. Näiden lisäksi TAMKissa on 500 vierailevasta luennoitsijaa.

TAMKissa on 22 koulutusohjelmaa, joista kolme englanninkielisiä. Koulutusaloja on viisi. Ne ovat kulttuuriala, tekniikan ja liikenteen ala, yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala, luonnontieteiden ala sekä luonnonvara- ja ympäristöala.

TAMKissa on nuorten ja aikuisten tutkintoon johtavaa koulutusta sekä kuusi ylempään AMK-tutkintoon johtavaa koulutusohjelmaa. Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu TAOKK on myös osa TAMKia. Lisäksi TAMK tekee soveltavaa tutkimus- ja kehitystyötä sekä harjoittaa työelämälähtöistä palvelutoimintaa.

TAMKin osaamiskeskuksia ovat tietohallintopalvelut, tietokonekeskus, kielet ja kansainvälinen toiminta, kone- ja metsäteknologia, liiketoiminta ja yrittäjyys, materiaali- ja mittaustekniikka, rakentaminen, sähkö- ja tietoliikennetekniikka, taide ja viestintä sekä tieto- ja viestintäteknologia. Tekstiili- ja vaateustekniikka kuuluu materiaali- ja mittaustekniikan osaamiskeskukseen. Tekstiili- ja vaateustekniikan koulutusohjelman koulutuspäällikkönä toimii Jukka Nurmiaho. /25/

TAMKin yhteystiedot:

Tampereen ammattikorkeakoulu

Teiskontie 33

33520 TAMPERE

Puh. +358 356547111

Fax +358 356547222

[etunimi.sukunimi@tamk.fi](mailto:etunimi.sukunimi@tamk.fi)

[www.tamk.fi](http://www.tamk.fi)

## 2 TUTKITTAVAT MATERIAALIT

Huonekalukankaista kaksi materiaalia on 100-prosenttista villaa. Ne ovat sidoksiltaan kreppiä ja palttinaa. Yksi huonekalukangas on TAMKissa kudottu villapuuvillasekoite, jonka sidos on 3/1-toimikas. 100-prosenttista polyesteriä oleva Trevira CS –huonekalukangas on materiaali, joka ei nyppyynny helposti. Sen sidos on kestävää yhdistettyä sidosta. Kankaan materiaali on 100-prosenttinen polyesteri. Trevira CS on palamaton polyesterikuitu, jota käytetään huonekalukankaissa, kuljetusvälinetekstiileissä ja sisustustekstiileissä. /32/

Neuloksista yksi on 100-prosenttista puuvillaa. Coolmax Frech -neulos on 100-prosenttista polyesteriä. Se on sileä pikeeneulos. Coolmax Frech on Dacron-polyesterin kauppanimi. Se on nelikanavainen mikrokuitu, jonka poikkileikkaus muistuttaa X-kirjainta. Kuidun kapillaarikäytävät siirtävät liikalämmön ja kosteuden pois iholta säilyttäen kehon lämmön tasaisena ja pitäen ihon kuivana. Coolmax Frechiä käytetäänkin urheiluasuissa, alusasuissa, sukissa ja vuorimateriaalina. Muut tutkittavat, lähinnä puseromateriaalina käytettävät neulokset ovat sileitä neuloksia, puuvilla-polyesterineulos, viskooosi-lycraneulos ja kaksi bambu-lycraneulosta, joiden materiaalitiedoista ilmenee, että ne sisältävät suurimmaksi osaksi bambua. Materiaali on bambusta valmistettua bambuviskooosia, joka kuuluu muuntokuituihin. /18, 32/

Työvaatemateriaaleista viisi on polyesteripuuvillasekoitetta. Yksi niistä on neulos. Toinen neulos on puuvillaelastaania. Kudottujen työvaatemateriaalien sidos on 2/1-toimikas. Neulokset ovat rakenteeltaan sileää neulosta.

100-prosenttista puuvillaa olevat lakanakankaat ovat toimikas-, satiini- ja palttinasidoksia materiaaleja. Toimikasisidoksisen lakanakankaan materiaali on Percalé-tyyppistä, hienosta langasta kudottua tiivistä puuvillaa.



## 2.1 Materiaalin neliömassan määrittäminen

Neliömassan määrittämistä varten materiaalista leikattiin vähintään kolme näytettä diagonaalisesti yli kankaan leveyden. Leikatut palat olivat 10 cm x 10 cm suuruisia neliöitä. Tämän jälkeen leikatut kappaleet punnittiin 0,2 prosentin tarkkuudella. Saaduista tuloksista laskettiin keskiarvo, josta saatiin materiaalin lopullinen neliömassa. Tämä on tavallisin tapa määrittää materiaalin neliömassa. /16/

Huonekalukankaiden, neulosten ja lakanakankaiden neliömassojen mittaustulokset on esitetty taulukoissa 1-3. Työvaatemateriaalien neliömassataulukkoa ei ole määritetty, koska yhteistyöyritykseltä saatiin kankaiden tarvittavat tiedot.

Taulukko 1: Huonekalukankaiden neliömassojen mittaustulokset

nro	Materiaali	100 cm <sup>2</sup> palan massa (g)	ka (g)	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )
1.	100 % PES (Trevira CS)	3,42	3,45	345
		3,47		
		3,45		
2.	100 % WO	3,96	4,01	400
		4,04		
		4,04		
3.	100 % WO	3,83	3,90	390
		3,90		
		3,96		
4.	22 % CO/78 % WO	4,04	4,05	405
		4,00		
		4,10		

Taulukko 2: Neulosten neliömassojen mittaustulokset

nro	Materiaali	100 cm <sup>2</sup> palan massa (g)	ka (g)	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )
1.	100 % CO	1,60	1,59	160
		1,57		
		1,59		
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	1,79	1,81	180
		1,81		
		1,82		
3.	50 % CO/50 % PES	1,67	1,68	170
		1,71		
		1,67		
4.	96 % CV/4 % LYCRA	2,62	2,62	260
		2,59		
		2,64		
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	2,92	2,90	290
		2,89		
		2,89		
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	2,30	2,30	230
		2,30		
		2,30		

Taulukko 3: Lakanakankaiden neliömassojen mittaustulokset

nro	Materiaali	100 cm <sup>2</sup> palan massa (g)	ka (g)	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )
1.	100 % CO (toimikas)	1,22	1,22	120
		1,21		
		1,23		
2.	100 % CO (satiini)	1,22	1,22	120
		1,22		
		1,23		
3.	100 % CO (palttina)	1,45	1,46	145
		1,47		
		1,46		
4.	100 % CO (palttina)	1,38	1,39	140
		1,40		
		1,39		

## 2.2 Materiaalin tiheyden määrittäminen

Materiaalin tiheys tarkoittaa kudotussa kankaassa yhden senttimetrin matkalla olevien kude- ja loimilankojen lukumäärää. Neuloksessa tiheys ilmoitetaan palkojen ja silmukakerrosten määränä per senttimetri. Materiaaliin voi rajata kynällä tai erivärisellä langalla yhden senttimetrin mittaisen välin ja laskea, kuinka monta lankaa, palkoa tai kerrosta sille välille mahtuu. Koska langat voivat olla ohuita ja rakenne tiukkaan kudottua tai neulottua, on hyvä käyttää apuvälineenä suurentavaa luuppia, jonka avulla langat ja silmukat erottuvat paremmin ja laskeminen on helpompaa. Testikankaiden neliömassat, sidokset, tiheydet ja pesuohjeet on koottu taulukoihin 4–7.

Taulukko 4: Huonekalukankaiden neliömassa, sidos, tiheys ja pesuohje

nro	Materiaali	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Sidos	Tiheys (l/cm, k/cm)	Pesu (°C)
1.	100 % PES (Trevira CS)	345	yhdistetty sidos	16, 37	40
2.	100 % WO	400	kreppi	18, 18	kemiallinen pesu
3.	100 % WO	390	palttina	18, 26	30 (varovainen, hienopesu)
4.	22 % CO/78 % WO	405	3/1-toimikas	13, 17	30

l = loimi      k = kude

Taulukko 5: Neulosten neliömassa, sidos, tiheys ja pesuohje

nro	Materiaali	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Sidos	Tiheys (p/cm, kr/cm)	Pesu (°C)
1.	100 % CO	160	sileä neulos	13, 16	40
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikeeneulos	14, 68	40
3.	50 % CO/50 % PES	170	sileä neulos	13, 17	40
4.	96 % CV/4 % LYCRA	260	sileä neulos	17, 26	40
5.	96 % BAMBU/4 % LYCRA	290	sileä neulos	17, 28	40
6.	95 % BAMBU/5 % LYCRA	230	sileä neulos	18, 28	40

p = palko      kr = kerrosta

Taulukko 6: Työvaatemateriaalien neliömassa, sidos, tiheys ja pesuohje

nro	Materiaali	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Sidos	Tiheys (l/cm, k/cm)	Pesu (°C)
1.	65 % PES/35 % CO	210	2/1-toimikas	50, 22	60 (varovainen)
2.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	40, 28	95
3.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	34, 26	95
4.	65 % PES/35 % CO	245	2/1-toimikas	35, 25	60 (varovainen)
				(p/cm, kr/cm)	
5.	50 % PES/50 % CO	170	sileä neulos	17, 22	60
6.	95 % CO/5 % EL	210	sileä neulos	15, 24	40

l = loimi      k = kude

p = palko      kr = kerrosta

Taulukko 7: Lakanakankaiden neliömassa, sidos, tiheys ja pesuohje

nro	Materiaali	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Sidos	Tiheys l/cm, k/cm	Pesu (°C)
1.	100 % CO	120	toimikas	50, 30	60
2.	100 % CO	120	satiini	50, 32	60
3.	100 % CO	145	palttina	23, 26	60
4.	100 % CO	140	palttina	25, 24	60

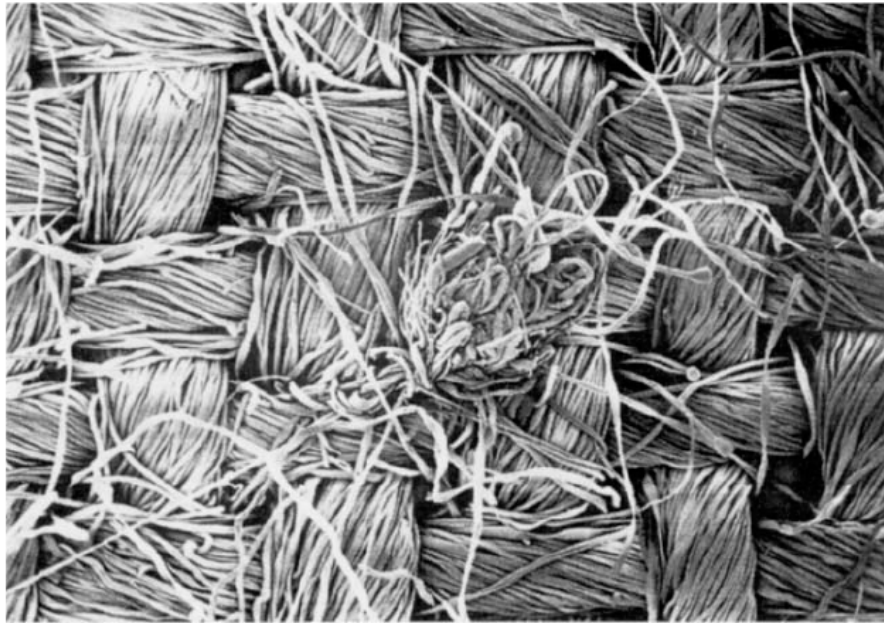
l = loimi      k = kude

### 3 NYPPYYNTYMINEN

Nyppyntymisellä tarkoitetaan sitä muutosta kankaan ulkonäössä, jossa tuotteen pinnalle on muodostunut materiaalissa kiinni olevia, toisiinsa sotkeutuneita kuituja. Kuidut ovat rullautuneet materiaalin pinnalle erikokoisiksi kuitupalloiksi (kuvio 1). Nyppyntyminen alkaa nöyhdän muodostumisella kankaan pinnalle. Materiaalin käytöstä tai pesusta johtuva mekaaninen rasitus nostaa kuidunpäitä tekstiilirakenteen pintaan. Nöyhtäytyminen johtuu kuitumateriaalissa olevien liian lyhyiden kuitujen esiin työntymisestä materiaalin sisältä. /1/

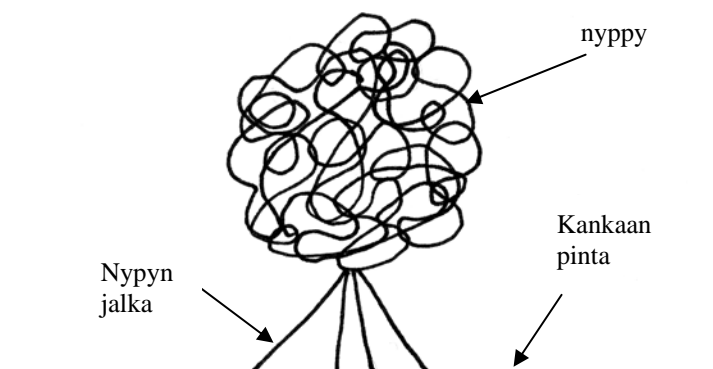
Irralliset kuidut sotkeutuvat hankauksen vuoksi toisiinsa ja niistä muodostuu vähitellen nyppyjä. Nöyhdän täytyy saavuttaa tietty korkeus, jotta nyppyjen muodostuminen mahdollistuu. Nöyhdän muodostuminen riippuu osittain kuidun ominaisuuksista. Suuri murtolujuus ja pieni taivutusjäykkyys helpottavat kuitujen työntymistä pintaan. /27/

Nyppyntyminen on yleisintä löysärakenteisissa katkokuiduista valmistetuissa neuloksissa ja kankaissa. Erityisen yleistä nyppyntyminen on synteettisillä kuiduilla, joilla on suuri murtolujuus, koska nytyt pysyvät riittävän murtolujuuden ansiosta kiinni kankaassa. Nyppyjen esiintymistiheys riippuu nyppyjen muodostumisvauhdin ja niiden irtoamisnopeuden välisestä tasapainosta. Nyppyntymiselle alttiita tuotteita ovat mm. asusteet, vuodevaatteet, huonekalukankaat. Vähiten nyppyntymistä esiintyy jatkuva-kuituisesta filamenttilangasta valmistetuissa materiaaleissa. /16/



Kuvio 1: Suurennettu kuva kudoksesta, johon on muodostunut nyppy. /8/

Nyppyntyminen voi aiheuttaa materiaalin ohenemista. Jos muodostuneet nytyt irtoavat, voi materiaaliin lopulta muodostua reikä. Tyypillinen nyppy on sotkuinen kuitupallo, joka on kiinnittynyt kankaaseen nypyn jalkojen avulla (kuvio 2). Jos nyppyyn kohdistuu mekaanista rasitusta, nypyn jalat voivat murtua ja nyppy putoaa pois. /7/



Kuvio 2: Nyppy kiinnittyneenä jaloistaan kankaan pintaan

### **Nyppyntymisen vaiheet**

- Kangas altistuu mekaaniselle rasitukselle.
- Materiaalista pinnalle nousseet irtonaiset kuidut muodostavat nöyhtää.
- Sotkeutuneista kuiduista muodostuu kuitupalloja.
- Nypyt kiinnittyvät nypyn jalkojen avulla kankaan pintaan.
- Sähköistyvän materiaalin pintaan tarttuu irrallisia kuituja ja tomua.
- Nypyn jalat katkeavat, nyppy putoaa. /27/

Kankaan ja neuloksen nyppyntymisen aste määräytyy nypujen tai nöyhtäytyntymisen määrän perusteella. Nyppyntymisen määrä voi vaihdella yksittäisen käyttäjän ja yleisten käyttöolosuhteiden mukaan. Viimeistykset ja kankaan pinnan muutokset voivat muuttaa nyppyntymistä. Sen vuoksi jotkin kankaat on hyvä testata ennen ja jälkeen pesun. /10/

#### *3.1 Nyppyntymiseen vaikuttavat tekijät*

Nyppyntyneet kankaat eivät näytä tai tunnu hyvältä. Irtonaiset kuidut ovat työntyneet esiin langoista ja ne ovat kitkavoimien ansiosta muodostaneet pallomaisia nyppyjä. Nämä sotkeutuneet kuitupallot ovat kiinnittyneet kankaan pinnalle pidemmistä kuiduista, joita kutsutaan nypyn jaloiksi. Puuvillasta, villasta tai viskoosista tehdyissä kankaissa ei näy nyppyntymistä sen jälkeen, kun nypyn jalat katkeavat ja nypyt putoavat pois. Jos kankaat on tehty synteettisistä langoista, vahvimmat nypyn jalat eivät katkea helpolla. Muodostuneet nypyt eivät irtoa kankaasta ja nyppyntymisongelma on pysyvä. Puuvilla- ja polyesterisekoitteissa nyppyntyminen voi olla voimakasta, koska heikommat puuvillakuidut sotkeutuvat helposti keskenään ja pysyvät kankaan pinnalla vahvempien polyesterikuitujen ansiosta. Nyppyntymistä esiintyy samoin sekoitteilla, joissa on synteettistä kuitua ja villaa. /11/

Kankaan pinnalla olevat nypyt ovat seurausta nypyn muodostumisen ja nypyn poiskulumisen tasapainosta. Mikäli hankaus kestää tarpeeksi pitkään, irralliset kuidut loppuvat materiaalin sisältä, nyppyyntyminen vähenee ja materiaalin pinta siistiytyy. Kankaassa olevat nypyt voivat myös sisältää kuituja muista kankaista, jotka ovat olleet hankauksessa osallisina. Yöpuvun nypyt voivat esim. sisältää lakanoista irronneita kuituja. /11/

Nyppyyntyminen johtuu kankaan ja langan ominaisuuksista sekä kankaassa vaikuttavista mekaanisista voimista. Tiukemmissa rakenteissa on vähemmän ongelmia kuin löysemmissä rakenteissa. Nyppyyntymistäipumukseen vaikuttavia ominaisuuksia ovat kuitupituus, kuitulujuus, kuidun poikkileikkaus, langan valmistustapa, langan karvaisuus, langan kierremäärä ja kertaukset, materiaalin rakenne, tiheys, sähköisyys, viimeistykset ja useat pesukerrat. /1/

### ***3.1.1 Kuituhienous ja poikkileikkaus***

Kuituhienous vaikuttaa muodostuneiden nyppyjen kokoon siten, että nypyt ovat kooltaan sitä pienempiä, mitä hienompaa kuitu on. Kuitu, jolla on sileä pinta ja pyöreä poikkileikkaus, kulkeutuu helposti materiaalin pintaan ja aiheuttaa nyppyyntymistä. Epäsäännölliset poikkileikkaukset, esimerkiksi tähden muotoiset ja pykälämäiset vähentävät nyppyyntymistä. Villan elliptinen poikkileikkaus aiheuttaa myös nyppyyntymisen vähenemistä. /16, 27/

### ***3.1.2 Kuitupituus***

Kuitupituuden vaihtelut ja lyhyet kuidut saavat aikaan materiaalin nyppyyntymistä. Mitä lyhyemmistä kuiduista materiaali on rakentunut, sitä todennäköisemmin se nyppyyntyy. Lyhyt kuitu on niin löysästi kiinnittynyt muuhun lankarakenteeseen, että sen irtautuminen on helppoa. Kampalangasta lyhyet kuidut on poistettu kampausvaiheessa, jonka vuoksi kampalanka ei nyppyyntynyt niin helposti kuin karstalanka. Pitkät katkokuidut



sitoutuvat langassa suuren kitkapintansa ansiosta lujasti toisiinsa, mikä vähentää nyp-  
pyyntymistaipumusta. Filamenttilanka on lujarakenteinen, koska siinä sama kuitu on  
kietoutunut erittäin pitkältä matkalta toisiin filamenttikuituihin. Jatkovakuituisissa fila-  
menttilangoissa nöyhtää ei muodostu, koska aiheuttaakseen nyppyyntymistä filamentin  
pitää katketa. /16, 27/

### ***3.1.3 Kuitulujuus***

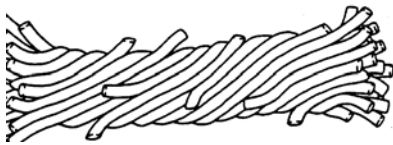
Materiaalin hyvä kuitulujuus voi aiheuttaa nyppyyntymistä, koska vahvat kuidut pitävät  
nypyn jalat tiukasti kiinni tuotteen pinnassa eivätkä ne katkea voimakkaassakaan kulu-  
tuksessa. Voidaan puhua myös materiaalin murtolujuudesta. Mitä suurempi on murtolu-  
juus, sitä kauemmin nyppe pysyy kiinni kankaan pinnassa. Synteettisillä kuiduilla on  
taipumusta nyppyntyä, koska nypyn jalat kestävät pidempään. Polyamidilla ja polyak-  
ryylillä on erittäin hyvä taivutuslujuus, jonka johdosta niitä sisältävät materiaalit nyp-  
pyntyvät voimakkaasti. Villakuidun murtolujuus ei ole kovin hyvä, minkä vuoksi pin-  
taan voi muodostua nopeastikin nyppejä, jotka tosin eivät kauaa pysy tuotteen pinnassa.  
Tämän vuoksi villamateriaalin testiarvosana paranee testauksen edetessä. /16, 27/

### ***3.1.4 Materiaalin sähköistyvyys***

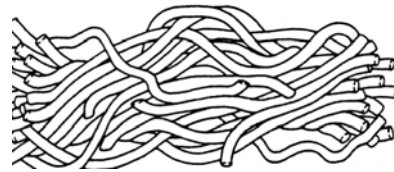
Materiaali voi olla sähköinen eli staattisesti varautunut, jolloin se vetää puoleensa irral-  
lisiä kuituja ja materiaali nyppyntyy helpommin. Helposti sähköistyvässä tuotteessa  
ilmassa olevat irralliset kuidut takertuvat toisiinsa muodostaen nypyn, joka tarttuu kiinni  
materiaalin pintaan. Synteettiset kuidut, kuten polyesteri ja akryyli ovat helpoimmin  
sähköistyviä kuituja. Materiaalin sähköistyvyys saadaan tehokkaasti vähenemään lisää-  
mällä ilman kosteutta, jolloin sähkövaraus voi pudota jopa murto-osaan. Sähköistyvyys-  
tä voidaan vähentää myös oikeilla materiaalivalinnoilla, erilaisilla antistaattiviimeistyk-  
sillä sekä käyttämällä huuhteluainetta kotipesukoneissa. /16/

### 3.1.5 Langan valmistusmenetelmä

Kehruujärjestelmien eroavaisuudet vaikuttavat merkittävästi materiaalin nyppyyntyvyyteen. Rengaskehrätty lanka ei yleensä nyppyynty yhtä helposti kuin Open End- eli roottorikehrätty lanka (kuviot 3 ja 4). Ilmakehrätyt langat nyppyyntyvät vähiten, koska langan tiukasti kääritty rakenne estää vapaiden kuidun päiden muodostumisen (kuvio 5). Rengaskehruun aikana pidemmät kuidut pysyvät langan keskellä ja lyhyemmät kuidut ulkopinnalla. Tämä lisää nyppyyntymistaipumusta. Mikäli hienommat kuidut pysyvät langan keskellä ja karkeammat kuidut ulkopinnalla, nyppyyntyminen vähenee. Roottorikehrätystä langasta koostuva kangas on nyppyyntyvin. Tämä perustuu roottorikehrätyn langan pituusakselin suuntaiseen huonoon kuituorientaatioon, jolloin kuitujen lukkiutuminen on vähäisempää ja nypyn muodostuminen on helpompaa. OE-kehrätyssä langassa on osa kuiduista jopa rengasmaisesti lankarakenteeseen tarttuneena, jolloin kuituja koossa pitävä kitkapinta on vähäistä. /15/



Kuvio 3: Rengaskehrätty lanka /6/



Kuvio 4: Open-end-kehrätty lanka /6/



Kuvio 5: Ilmakehrätty lanka /6/

### 3.1.6 Langan kierre

Langan kierremäärä vaikuttaa voimakkaasti materiaalin nyppyyntymiseen. Vähäisempi kierremäärä lisää nyppyyntymisriskiä. Myös langan kierteen epätasaisuus on nyppyyntymiseen vaikuttava tekijä.

tymisen kannalta merkittävä tekijä. Mitä enemmän kierremäärä vaihtelee, sitä enemmän langan tasaisuus vaihtelee. Kierre asettuu langassa helpoiten ohueen kohtaan (kuvio 6). Kierteessä on olennaista kitkavoima, kuidut painuvat tiukasti toisiaan vasten, jolloin langan lujuus kasvaa merkittävästi. Jos kierre on alhainen, kitkavoima on vähäisempi ja kuidut eivät sitoudu hyvin. /27/

Käytössä löysäkierteisestä langasta irtautuu helpommin yksittäisiä kuituja, jotka vapautuvat vähitellen kierteen lukituksesta, tarttuvat toisiinsa kuituihin ja kuidun päihin, kiinnittyvät materiaalin pintaan muodostuneena nyppynä. Neulelangat ovat löysäkierteisempiä kuin kutomiseen tarkoitettut langat, jonka vuoksi neuleilla on suurempi taipumus nyppyyntyä. /16/

Kierteen vaihtelut aiheuttavat materiaalin nyppyyntymistä materiaalin pinnalla. Mitä tiukempi kierre langassa on, sitä vähemmän materiaali nyppyyntyy tiheyden vuoksi, koska langassa on vähemmän törröttäviä kuituja eli langan karvaisuus on vähäistä. Samasta syystä kerrattu lanka nyppyyntyy vähemmän kuin kertaamaton lanka. Kertaamattomien lankojen suurempi taipumus nyppyyntymiseen näkyy pienempänä kierrekertoimena. Lanka voi saavuttaa maksimikierteen, jonka ylittämisen jälkeen nyppyyntymistäipumus ei enää vähene. Tätä maksimia voidaan harvoin käytännössä saavuttaa. Kerratuilla langoilla nyppyyntyminen vähenee lisäämällä kertaus-kierteeseen joko ZZ- tai ZS-kierrettä. Kovakierteisiä lankoja, jotka koostuvat lyhyistä katkokuiduista, pidetään varmempina kuin löyhäkierteisiä lyhyistä katkokuiduista koostuvia lankoja. Kun langassa on kovempi kierre, yksittäiset kuidut ovat paljon varmemmin sidottuja, eivätkä ne löysty niin helposti. Nyppyyntymistäipumus vähenee kierrekertoimen kasvaessa. Nyppyyntymisen väheneminen voidaan selittää kuitujen välisen kitkavoiman kasvulla. Langan kiertteellä on tärkeä merkitys langan tiheyden ja yksittäisten kuitujen liikkuvuusasteen kannalta. Langan tiheyden kasvaessa kasvaa kierrekertoimen ja kuidut painautuvat tiiviimmin toisiaan vasten. Kierrekertoimen kasvaessa kaikenlaiset nypyt näyttävät vähentyvän. Sen vuoksi synteettisiä kuituja sisältävien lankojen kierrekertoimien pitäisi nousta yli standardiarvojen. /15/



Kuvio 6: Langan tasaisuuden vaihtelu näkyy langan kierteen vaihteluna kertokerrattussa langassa.

### ***3.1.7 Langan kertaukset***

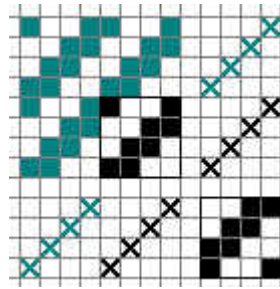
Kerratussa ja kertokerratussa langassa olevat kuidut lukkiutuvat kertauksen ansiosta erittäin tiukasti toisiinsa. Mikäli kertauskierteen suuntaa vaihdetaan, kierteen suunnan vaihdos lukitsee kuidut toisiaan vasten entistäkin tiukemmin. Mitä enemmän langassa on kertauksia ja kierteensuunnanvaihdoksia, sitä vähäisemmäksi jää kuitujen lukitsema-  
ton pituus langassa ja materiaalin todennäköisyys nyppyyntyä on pienempi. /16/

### ***3.1.8 Kankaan ja neuloksen rakenne ja tiheys***

Sekä kudotun että neulotun materiaalin sidoksella on vaikutusta nyppyyntymiseen. Pitkät lankajuoksut kankaassa lisäävät nyppyyntymisen mahdollisuutta, koska ne ovat alttiina mekaaniselle hankaukselle koko pituudeltaan. Lankajuoksusta voi tällöin irtautua kuituja, jotka muodostavat nypyn tuotteen pinnalle. Pidempiä lankajuoksuja voi esiintyä mm. satiini eli poms- ja toimikas-sidoksisissa kangasrakenteissa (kuviot 7–10). Tiivis, lyhyistä lankajuoksusta rakentunut sidos on ihanteellisin ratkaisu kankaan nyppyyntymisen kannalta. Tällainen sidos on esim. kudotuissa kankaissa esiintyvä palttinasidos. (kuviot 11 ja 12). /16/



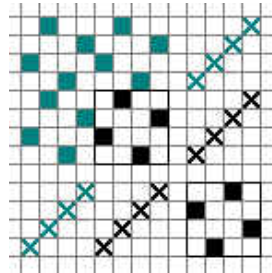
Kuvio 7: 2/2-toimikas



Kuvio 8: 4-vartinen, tasavaltainen toimikas,  
2/2-toimikas /30/



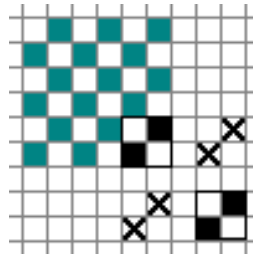
Kuvio 9: 4-vartinen kudepomsi



Kuvio 10: 4-vartinen kudepomsi /29/



Kuvio 11: Palttina



Kuvio 12: Palttina /28/

Neulokset nypyyntyvät rakenteensa vuoksi helpommin kuin kudotut kankaat. Neulosrakenteessa silmukat pääsevät liikkumaan vapaammin ja hankauksessa silmukat pääsevät hankautumaan myös toisiaan vasten enemmän kuin kudotussa rakenteessa. Hankauksitilanteessa neulerakenteeseen vaikuttaa enemmän kitkavoimia, jotka saavat kuidunpäitä nousemaan kankaan pinnalle. Nypyyntymisalttiuden on havaittu olevan pienempi neuloksilla, jotka on neulottu suuremmalla neulatiheydellä /15/.

Tiheäsidoksiset materiaalit nypyyntyvät vähemmän, koska kuitujen väliset lukkiutumisominaisuudet ovat paremmat kuin harvarakenteisessa tuotteessa. Tiheässä sidokses-

sa langat ovat tiiviisti toisiaan vasten, jolloin vain materiaalin pinta altistuu mekaaniselle hankaukselle. Tässä tapauksessa ainoastaan materiaalin pinnasta voi irrota kuituja.  
/16/

### *3.1.9 Materiaalin viimeistys*

Mikäli viimeistysmenetelmä aiheuttaa materiaalin pinnassa kuitujen lukittumista, nypyyntymistaipumus pienenee. Tällaisia viimeistyksiä ovat mm. villamateriaalin vanutus, poltto ja tekokuitujen erilaiset pinnoitteet. Etenkin villa-polyesterikankaissa käytettävä teflon-viimeistys sitoo kankaan pinnan kuidun päät tehden materiaalin pinnasta luistavan, jolloin kuidun päät eivät pääse nousemaan esiin materiaalista hankauksen ja kuluksen aikana. Pehmentimet yms. voivat lisätä nypyyntymistä voiteluvaikutuksen myötä. /16, 27/

### *3.2 Pesujen vaikutus nypyyntymiseen*

Kankaiden nypyyntymiskäyttäytyminen märkänä riippuu kuidun märkälujudesta. Puuvillaa sisältävät kankaat nypyyntyvät pahemmin märkänä, koska puuvillalla on märkänä korkeampi murtolujuus. Villan märkälujuus on kuivalujuutta heikompi, joten se ei todennäköisesti nypyyntynny pesussa. Elastaanin märkälujuus on hiukan huonompi tai yhtä hyvä materiaalin kuivalujuuden kanssa. Elastaani ei siis ainakaan lisää märän kankaan nypyyntymistaipumusta. Polyesteri/viskoosikankaat nypyyntyvät vähemmän märkänä. Tämä voi johtua siitä, että viskoosikuidulla on alhaisempi märkälujuus, kun polyesterin märkälujuus on yhtä suuri kuin kuivalla materiaalilla. Tämä mahdollistaa sen, että viskoosikuidut irtoavat kankaan pinnasta helpommin, joten yhä harvempi nypyy jää pintaan kiinni testauksen loputtua ja testitulokset ovat parempia kuiviin kankaisiin verrattuna. /4, 19/

Toinen seikka, joka vaikuttaa kankaiden nypyyntymiseen pesun aikana on kotitalouksissa käytettävät huuhteluaineet, jotka lisäävät kaikkien puuvillaa sisältävien kankaiden

nyppyntymistä ja/tai muodostuneiden nyppyjen koko on suurempi. Tämän lisäksi huuhteluaineen käyttö myös heikentää puuvillaflanelli- ja polyesterikankaiden murtolujuutta. Sellulaasientsyymiä sisältävät pyykinpesuaineet taas vähentävät nyppyntymisen määrää kaikissa puuvillakankaissa, puuvilla-interlockneulosta lukuun ottamatta. Näyttää siltä, että huuhteluaineen käyttö nollaa sellulaasientsyymien suotuisan vaikutuksen nyppyntymisen vähenemiseen. Puuvillaflanellivaatteita pestäessä on suositeltavaa välttää huuhteluaineen käyttöä. Sellulaasientsyymiä sisältävien pyykinpesuaineiden käytöllä ei ole havaittu olevan merkittävästi vaikutusta puuvilla- ja polyesterikankaiden murtolujuuden heikkenemiseen. /20/

## 4 NYPPYYNTYMISEN TUTKIMINEN

Nyppyntymisalttiutta voidaan tutkia erilaisten testauslaitteiden ja menetelmien avulla. Kankaan pinnalle muodostuneet nytyt imitoivat todellisesta käytöstä tulleita nyppyjä. Testattuja kangaspaloja verrataan sanalliseen asteikkoon, joissa arvosanat ovat asteikolla 1-5 (5 = paras). Toisessa menetelmässä on mahdollista verrata arvostelua valokuva-asteikkoihin tai standardinäytteisiin. /4/

Kankaan hankaukselle altistamisen jälkeen on mahdollista arvioida nyppyntymistä määrällisesti joko laskemalla nyppyjen lukumäärä tai irrottamalla nytyt ja punnitsemalla ne. Käytetyissä vaatekappaleissa nytyt esiintyvät vaihtelevan kokoisina ja näköisinä nyppyjen lukumäärän myös vaihdellessa. Ulkonäkö riippuu nytyissä olevan kuidun olemuksesta. Näitä tekijöitä ei arvioida, jos nytyt luokitellaan yksinomaan niiden määrän tai koon mukaan. Nyppyjen kehittyminen on usein yhteydessä muihin pinnan muutoksiin, kuten nöyhdän muodostumiseen, joka on haitallinen ominaisuus kankaassa. Nyppyjen laskeminen ja niiden punnitseminen nyppyntymisen mittarina on aikaa vievää. Silloin on myös vaikeata ratkaista, mistä pintahäiriöistä nytyt ovat rakentuneet. /10/

### *4.1 Testausmenetelmät ja –laitteet*

Nyppyntymisen tutkimuksessa yleisimmin käytetyt testauslaitteet ovat Martindale-laitteisto, Random Tumble Pilling Tester ja Pillinglaatikko. Pillinglaatikko on tarkoitettu lähinnä neuleiden nyppyntyvyyden tutkimiseen niiden rullautuvuuden vuoksi. Nykyään Martindale-laitteisto on näistä eniten käytetty ja syrjäyttämässä Pillinglaatikon käytön kokonaan. Aikaisemmin merkittävin ja lähes ainoa nyppyntymisen testauslaite oli Random Tumble Pilling Tester –laitteisto. Tein testaukset Martindale-laitteistolla ja Random Tumble Pilling Testerillä. Pillinglaatikkoa en käyttänyt testauksissani. /16/

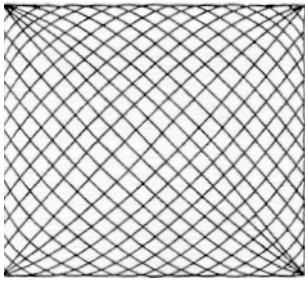


#### 4.1.1 Martindale-laitteisto

Martindale-hankauksenkestävyyden testauslaitteessa (kuvio 13) on pohjalevy, jonka päällä on nyppyyntymisalustat ja kahdesta ulommasta ja yhdestä sisemmästä käyttöpyörästä koostuva käyttömekanismi. Sekä kahden uloimman käyttöyksikön että keskeisen käyttöyksikön etäisyys käyttöyksikön akselin keskipisteestä on  $12 \pm 0,25$  mm. Käyttömekanismi liikuttaa näytepitimien ohjainlevyä vaakatasossa niin, että ohjainlevyn jokainen piste muodostaa samaa Lissajous-kuviota (kuvio 14). Näytepitimien ohjainlevyn suurin iskunpituus on  $24 \pm 0,5$  mm. Näytepitimien ohjainlevy on sovitettu laakeripesiin ja herkästi pyöriiviin laakereihin, jotka kannattavat näytepitimien ohjaintappeja. Kunkin näytepitimen tapin alapää on sovitettu vastaavan näytepitimen runkoon. Näytepidin muodostuu rungosta, näytepitimen renkaasta ja mahdollisesti halutusta kuormittavasta massasta (kuvio 15). Laitteen etukäteen säädettävä laskuri mittaa jokaisen kierroksen yhdestä uloimmasta käyttöpyörästä. Yhtä kierrosta sanotaan nyppyyntymiskierrokseksi. Täydellinen nyppyyntymisjakso eli Lissajouskuviota koostuu 16 kierroksesta. Kankaiden testauksessa käytettiin standardin SFS-EN ISO 12945-2 -mukaista menetelmää, jonka ideana on se, että pyöreä koepala asetetaan villaisen hankauskankaan tai samaa kangasta olevan kitkapinnan päälle niin, että se liikkuu määrätyllä voimalla tehden samalla Lissajous-kuviota. Kudotut kankaat testataan kuormittavalla massalla  $415 \pm 2$  g ja neulokset  $155 \pm 1$  g:n kuormituksella. Koepalan täytyy saada pyöriä helposti kohtisuoraan tasoaan vasten akselinsa ympäri. Nyppyyntyminen ja nöyhtäytyminen arvostellaan visuaalisesti aina määrätyn testauskierroksen jälkeen. /13/



Kuvio 13: Martindale-laitteisto



Kuvio 14: Lissajous-kuvio



Kuvio 15: Martindale-nyppyyntymispäät

#### ***4.1.2 Testauksen suorittaminen***

Testiä varten leikattiin näytteenottoperiaatteen mukaisesti kaikista testattavista materiaaleista neljä koepalaa ja kaksi hankausalustaa. Standardivillakankaalla tarkoitetaan standardinmukaista värjäämätöntä paltinasidoksista villakangasta. Testattavasta kankaasta leikattuja hankausalustoja käytettiin Face to face -testissä. Face to face –menetelmä tarkoittaa sitä, että koepalaa hangataan samaa materiaalia olevaan hankausalustapaan.

Standardivillakangastestiä varten tarvittiin kaksi valkoista standardivillakangaspalaa. Tarvittavat koepalat ja hankausalustat olivat pyöreitä, halkaisijaltaan 140 mm. Näytteet ja hankausalustat numeroitiin. Koepalat kiinnitettiin näytepitimiin ja hankausalustat asetettiin paikoilleen. Näytepalan alle laitettiin huopa. Näytepala kiinnitettiin paikoilleen ison kumirenkaan avulla. Sen jälkeen näytepidin kiinnitettiin laitteeseen käyttämällä akselitappia. Näytepitimessä käytettiin lisäpainoa testattaessa kudottuja kankaita. Laskuriin asetettiin standardin mukaiset kierrosmäärät. Koepaloja tarkasteltiin visuaalisesti pitämällä ne näytepitimissään aina joka arvosteluvaiheen kohdalla. Kummankin

menetelmän molemmat koepalat arvosteltiin erikseen ja niille annettiin arvosanaksi lukemien keskiarvo. Loppuarvosana saatiin viimeisen testauskierroksen jälkeen tarkasteltujen kangasnäytteiden keskiarvosta. Nyppyntyminen luokitellaan seuraavan asteikon mukaan (taulukko 9).

Taulukossa 8 on Martindale –menetelmän standardinmukainen testausohjeistus. Tämän taulukon ohjeistuksesta poiketen huonekalukankaat testattiin myös Face to face –periaatteen mukaisesti ja testausta jatkettiin 7000 kierrokseen asti. Näin toimittiin, jotta huonekalukankaiden testaustulokset olisivat vertauskelpoisia muiden testattavien kankaiden kanssa.

Taulukko 8: Martindale-laitteiston testausohjeistus /13/

Luokitus	Tekstiilityyppi	Hankaava kangas	Kuormittava massa (g)	Arvosteluvaihe	Kierrosten lukumäärä
1	Huonekalukangas	Villakangas	(415 ± 2)	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2 <sup>1</sup>	Kudotut kankaat (paitsi huonekalukankaat)	Testattava kudottu kangas (oikeat puolet vastakkain) tai villakangas	(415 ± 2)	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3 <sup>1</sup>	Neulokset (paitsi huonekaluissa käytettävät)	Testattava neulos (oikeat puolet vastakkain) tai villakangas	(155 ± 1)	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000

<sup>1</sup> Luokissa 2 ja 3 vähimmäiskierrosmäärä on 2000 kierrosta. Testaus voidaan lopettaa ennen 7000 kierrosta, mikäli arvosana 4 - 5 tai parempi on saavutettu sovitussa arvosteluvaiheessa.

HUOM. Käytäntö on osoittanut, että parempi korrelaatio saadaan testauksen ja käytön välillä jatkamalla 7000 kierrokseen saakka, koska 2000 kierroksessa olevat nyypt saattavat poistua 7000 kierrokseen mennessä.

Materiaalin nyppyyntymistä arvioidaan taulukon 9 avulla.

Taulukko 9: Visuaalinen arvostelu /13/

Arvosana	Kuvaus
5	Ei muutosta.
4	Kevyesti nöyhtänyt pinta ja/tai osittain muodostuneita nyppyjä.
3	Kohtalaisesti nöyhtänyt ja/tai kohtalaisesti nyppyyntynyt pinta. Nypyt ovat erikokoisia ja peittävät osittain koepalan pinnan.
2	Selvästi erottuvaa nöyhtäymistä ja/tai nyppyyntymistä. Nypyt ovat erikokoisia ja peittävät ison osan koepalan pinnasta.
1	Tiheästi nöyhtänyt ja/tai voimakkaasti nyppyyntynyt pinta. Nypyt ovat erikokoisia ja peittävät kokonaan koepalan pinnan.

#### ***4.1.3 Random Tumble Pilling Tester –laitteisto***

Random Tumbler Pilling Tester -laitteessa (kuvio 16) on kaksi vierekkäistä sylinteriä, joiden takaseinien keskikohtiin on laakeroitu roottorin akselit, joissa on kiinni  $1250 \pm 10$  kierrosta/minuutti pyörivät roottorit. Sylinteri on sisähalkaisijaltaan  $146 \pm 2$  mm ja syvyydeltään  $152 \pm 2$  mm. Roottorin pituus on 120,6 mm. Testi suoritettiin standardi SFS 3378:n mukaisella menetelmällä, jota käytetään tutkittaessa tasomaisten tekstiili-tuotteiden kulutuksesta johtuvaa taipumusta muodostaa nyppyjä tuotteen pinnalle. Laitteella ei voida testata kokoon rullautuvia tai liian jäykkiä tuotteita tai jos ne eivät jostain muusta syystä liiku vapaasti sylinterissä. Tässä testissä kangasnäytteet altistetaan korkkilevyä, toisiaan ja roottoria vasten osuvalle sattumanvaraiselle hankausliikkeelle, jossa näytepalat poukkoilevat vapaasti korkkilevyllä vuoratuissa sylintereissä. /12/



Kuvio16: Random Tumble Pilling Tester -laite

#### ***4.1.4 Testauksen suorittaminen***

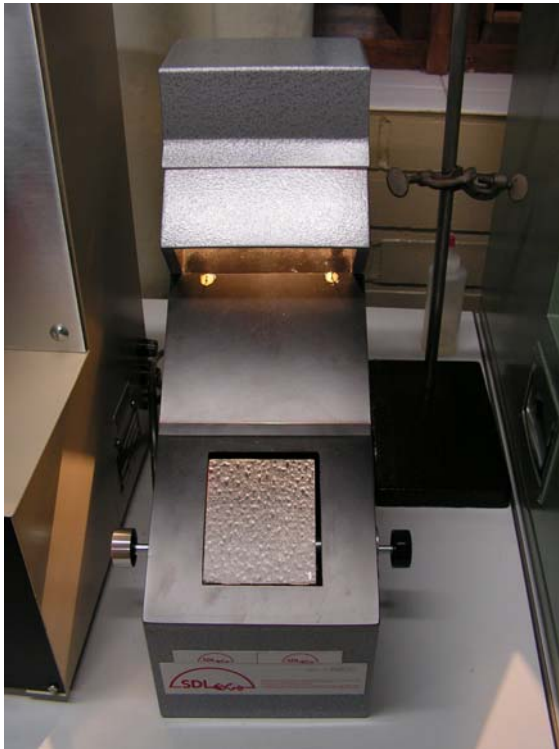
Testiä varten leikattiin neljä koepalaa diagonaalisesti näytteenottoperiaatteen mukaisesti koko kankaan leveydeltä (45° kulmassa tuotteen pituussuuntaan nähden). Palat olivat kooltaan 125 mm x 125 mm. Kudottuihin kankaisiin ommeltiin lukkotikki muutaman mm:n päähän reunasta, jotta kangas ei laitteen kovassa pyöryksessä rispaantuisi. Neulosten reunoihin lukkotikkiommelta ei tarvittu, koska ne eivät purkaannu helposti. Koneen molempiin korkkilevyllä vuorattuun sylinteriin asetettiin neljä koepalaa. Yhteensä yhden tunnin kestävä testiaika oli jaettu kolmeen 20 minuutin mittaiseen jaksoon. Jokaisen jakson päätyttyä koepalat otettiin pois laitteesta, sylinterit puhdistettiin ja suoritettiin väliarvostelu. Korkkilevyt vaihdettiin joka testin jälkeen. Näytteet arvosteltiin visuaalisesti yksitellen asettamalla koepala oikea puoli ylöspäin valaistun nyppyyntymisarvostelulaitteen päälle (kuvio 17). Koepalat arvioitiin vertaamalla niitä vertailuasteikon valokuviin. /12/

Luokituksessa käytettiin seuraavaa asteikkoa:

5: Ei nyppyyntymistä

4: Vähäistä nyppyyntymistä

- 3: Kohtalaista nyppyyntymistä
- 2: Huomattavaa nyppyyntymistä
- 1: Voimakasta nyppyyntymistä /10/



Kuvio 17: Random Tumble Pilling Testerin nyppyyntymisarvostelulaite

#### ***4.1.5 Pesunyyppyyntyminen***

Pesun aikainen hankaus on yksi kankaan nyppyyntymisen syistä päivittäisessä käytössä. Kuitujen märkäljuusarvoilla sekä pesuaineen koostumuksella ja huuhteluaineen käytöllä on vaikutusta materiaalin nyppyyntymisherkkyteen.

#### ***4.1.6 Testauksen suorittaminen***

Testimateriaaleista leikattiin 100 cm x 100 cm:n kokoiset palat pesutestiä varten ja niiden reunat huoliteltiin saumurilla, etteivät ne purkautuisi. Testikankaat pestiin viisi ker-

taa pesuohjeen mukaisesti. Kankaat kuivatettiin täysin kuiviksi pesujen välillä tasokuivauksessa. Pesukone täytettiin standardin mukaisesti, niin että koneen täytöksi tuli yhteensä n. 1700 g. Yleensä kudottujen kankaiden kanssa samaan koneeseen laitettavat lisäkankaat olivat kudottuja ja neulosten kanssa pestyt lisäkankaat olivat neuloksia. Testikankaat pestiin standardipesuaineella, jota annosteltiin 50 ml/koneellinen. Huuhtelua ei käytetty. Pesuissa käytettiin lyhyttä kirjopesuohjelmaa, linkous 800 kierr./min.

Kolmen huonekalukankaan, materiaali 100 % WO (400 g/m<sup>2</sup>, kreppi), materiaali 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>, palttina) ja materiaali 22 % CO/78 % WO (405 g/m<sup>2</sup>, 3/1-toimikas) pesu suoritettiin eri tavalla: Koneen täytön tuli olla 800 g–1000 g, Pesuohjelmana käytettiin villapesu/käsinpesu-ohjelmaa. Pesulämpötila oli 30 °C ja linkous 600 kierr./min, koska villakreppikankaan pesuohje oli kemiallinen pesu. Työvaatemateriaalit 1. ja 4. tuli pestä 60 °C:ssä varovaisella ohjelmalla. Käytetty ohjelma oli värilliset tekokuidut, siliävä ja linkousnopeus oli 600 kierr./min. Pesukone oli Cylinda Bioline 20605 Excellence (kuvio 18). Arvostelu suoritettiin jokaisen pesun jälkeen loisteputkivalon alla tarkastelemalla nyppyyntymislaitteen näytepitimeen pingotettua pestyä kangasta. Arvostelussa verrattiin pesemätöntä näytettä pestyihin näytteisiin.



Kuvio 18: Cylinda Bioline 20605 Excellence

#### ***4.1.7 Testausmenetelmien vertailua***

Martindale-laitteisto soveltuu kaikille tasomaisille materiaaleille. Se simuloi paremmin normaalikäyttöolosuhteita, koska hankaava liike kohdistuu suoraan ja tasaisesti samalle puolelle kankaan pintaan. Random Tumble Pilling Tester –laitteisto ei ole yhtä monipuolinen. Se soveltuu parhaiten Fleece-tyyppisen neuloksen testaamiseen. Sillä ei ole kuitenkaan hyvä testata helposti rullautuvia neuloksia, koska testaustulokset voivat vääristyä, koska vain uloin osa koepalan pinnasta on satunnaisesti koskettanut sylinterin seinämiä testauksen aikana. Nyppyntymisen testaaminen Random Tumble –menetelmällä on noin puolet nopeampaa kuin Martindale-menetelmällä. Pillinglaatikko, jota ei tässä testisarjassa käytetty, on menetelmistä kaikkein hitain./16/

### ***4.2 Kierteen vaikutus nyppyntymiseen***

#### ***4.2.1 Zweigle D314 -kierremittari***

Mittaamalla kankaiden ja neulosten langoista kierteet saadaan lisää selvitystä materiaalin nyppyntymiseen. Kierteen mittaaminen perustuu langan kierteen avaamiseen.

#### ***4.2.2 Testauksen suorittaminen***

Mittaukset tehtiin Zweigle D314 -kierremittarilla (kuvio 19). Laitteistoon kuuluu tietokone ja näyttö, kierremittari sekä kirjoitin. Tällä laitteella saatiin selville nyppyntymisen kannalta oleelliset tiedot, kuten langan kierremäärä/m ja kierrevakio. Mitä suurempi kierrevakio eli kierrekerroin on, sitä pienempi on kankaan nyppyntymistodennäköisyys.

Aluksi määritettiin karkea lankanumero mittauksessa käytetyistä materiaaleista leikkaamalla kaikista kolme kappaletta 1 m:n mittaista langanpätkää, punnitsemalla ne ja



laskemalla niiden keskiarvo. Saatu keskiarvo kerrottiin 1000:lla, josta saatiin langan tex-numero. Langan kierresuunta täytyi selvittää, ennen kuin voitiin suorittaa kierremittaukset. Kierremittattavan langan pituus oli joko 250 mm tai 500 mm. Lanka kiinnitettiin päistään mittauslaitteen lankapitimiin horisontaalisesti. Toiseen päähän asetettiin oikeanlainen esikuormitus, joka auttoi pitämään langan sopivalla kireydellä. Langalle asetettava esikuormitus cN:na oli puolet langan mitatusta tex-luvusta. Kun laite käynnistettiin, alkoi akseli, johon langan toinen pää oli kiinnitetty, pyöriä. Samanaikaisesti lanka alkoi avautua kierteestään. Jos lanka oli yksinkertainen, laite pysäytti itse mittauksen oikeassa kohdassa. Kerrattuja lankoja mitattaessa kierteen avautumista piti itse tarkkailla ja pysäyttää laite heti kierteen avauduttua kokonaan.



Kuvio 19: Zweigle D314-kierremittari

## 5 TESTAUSTULOKSET

### 5.1 Martindale-menetelmä

Ohessa ovat testimateriaalien Martindale-menetelmällä saadut testaustulokset materiaa-  
liryhmittäin esitettyinä. (Taulukko 10, 15, 22, 29), sekä kunkin materiaalin oma kierros-  
kohtainen arvostelu. (Taulukot 11–14, 16–21, 23–28, 30–33).

### Huonekalukankaat

Taulukko 10: Huonekalukankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana ( 7000 kierroksen jälkeen)	
				Standardivillakangas	Face to face
1.	100% PES (Trevira CS)	345	yhdistetty sidos	4	4
2.	100% WO	400	kreppi	4 - 5	4 - 5
3.	100% WO	390	palttina	5	5
4.	22 % CO /78 % WO	405	3/1- toimikas	3 - 4	3 - 4

### Huonekalukankaiden kierroskohtainen arvostelu

Taulukko 11: Materiaali 100 % PES (345 g/m<sup>2</sup>, yhdistetty sidos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 - 5 Kuitunöyhtää pinnalla	4 - 5 Kuitunöyhtää pinnalla
500	4 - 5 Kuitunöyhtä on pidempää ja sitä on enemmän kuin Face to face -paloissa	4 - 5
1000	4 Muutama havaittavissa oleva pieni nyppy	4 Muutama havaittavissa oleva pieni nyppy
2000	4	4
5000	4	4
7000	4	4

Taulukko 12: Materiaali 100 % WO (400 g/m<sup>2</sup>, kreppi)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5 Muutama nyppy.	5 Muutama nyppy.
1000	5	5
2000	5	5
5000	5	5
7000	4 - 5 Kuitupätkiä pinnalla. Kuitunöyhtää irtosi paljon	4 - 5 Kuitupätkiä pinnalla. Muutama nyppy. Kuitunöyhtää irtosi paljon

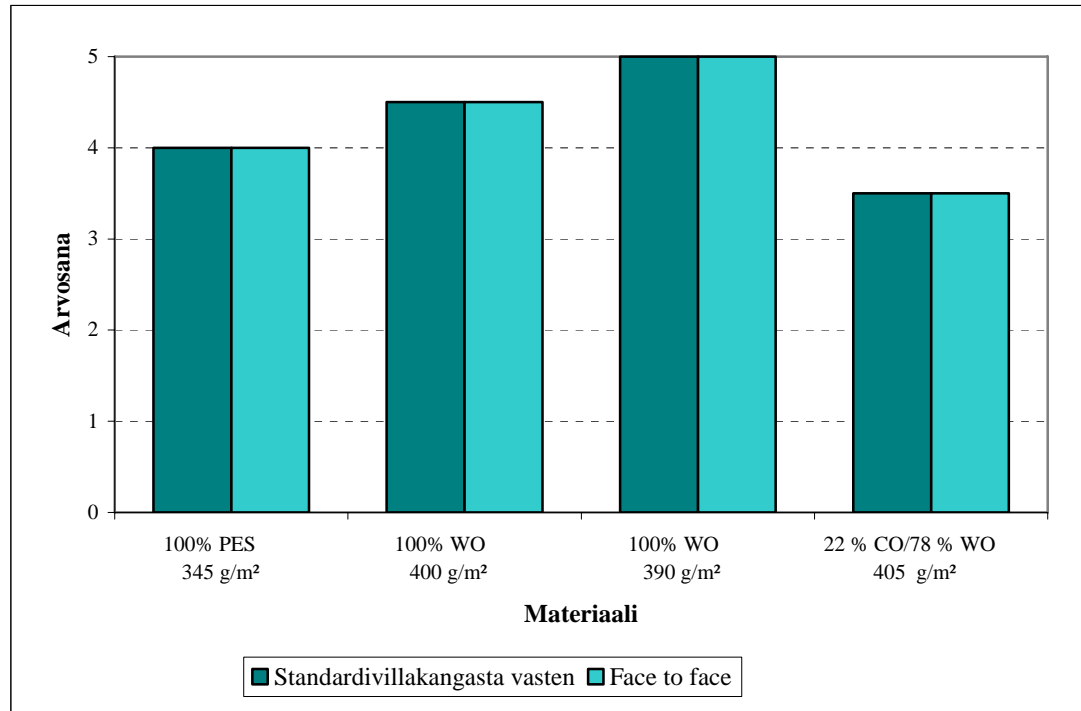
Taulukko 13: Materiaali 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>, palttina)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 Muutama isompi nyppy ja kevyesti nöyhtänyt pinta	4 Muutama isompi nyppy ja kevyesti nöyhtänyt pinta
500	4	4
1000	4	4
2000	4	4
5000	5 Kaikki nypyt olivat kuluneet pois ja kankaan pinta näytti täysin virheettömältä Tämä on tyypillistä 100-prosenttisesta villasta valmistetulle kankaalle.	5 Kaikki nypyt olivat kuluneet pois ja kankaan pinta näytti täysin virheettömältä Tämä on tyypillistä 100-prosenttisesta villasta valmistetulle kankaalle.
7000	5 Nyppyjä ei ilmestynyt enää uudelleen	5 Nyppyjä ei ilmestynyt enää uudelleen

Taulukko 14: Materiaali 22 % CO/78 % WO (405 g/m<sup>2</sup>, 3/1-toimikas)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5	5
1000	4 - 5	4 - 5
2000	4	4 - 5
5000	4	4
7000	3 - 4 Kaikista paloista irtosi paljon kuitunukkaa.	3 - 4 Kaikista paloista irtosi paljon kuitunukkaa.

Kuviosta 20 voidaan nähdä kuinka huonekalukankaiden Martindale-menetelmällä saadut nyyppyntymisen arvosanat eroavat toisistaan. 100-prosenttista villaa olevilla huonekalukankailla on parhaimmat arvosanat ja villa-puuvillasekoitteella on huonoin arvosana.



Kuvio 20: Huonekalukankaiden nyyppyntyminen kahdella eri Martindale-menetelmällä (7000 kierr.)

## Neulokset

Taulukko 15: Neulosten lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (7000 kierroksen jälkeen)	
				Standardivillakangas	Face to face
1.	100 % CO	160	sileä neulos	3	2 - 3
2.	100 % PES (Coolmax frech)	180	sileä pikee-neulos	5	5
3.	50 % CO/50 % PES	170	sileä neulos	2	1 - 2
4.	96 % CV/4 % LYCRA	260	sileä neulos	2	2 - 3
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	sileä neulos	2	2 - 3
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	230	sileä neulos	2	2 - 3

## Neulosten kierroskohtainen arvostelu

Taulukko 16: Materiaali 100 % CO (160 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 - 5 Paljon pitkää kuitunöyhtää pinnalla	4 Lyhyempää kuitunöyhtää pinnalla, nyyt selvempiä.
500	4	3
1000	3 - 4	3
2000	3 - 4	2 - 3
5000	3	2 - 3
7000	3 Nyyppiä harvakseltaan, mutta nöyhtäytymisen voimakasta	2 - 3 Nyyt pieniä, mutta niitä on tiheässä.

Taulukko 17: Materiaali 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>, sileä pikeeneulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5	5
1000	5	5
2000	5	5
5000	5	5
7000	5 Toisessa testipalassa oli yksi valkoinen nyyppi, joka on todennäköisesti irronnut standardivillakankaasta.	5

Taulukko 18: Materiaali 50 % CO/50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 Nöyhtää enemmän face to face-paloissa, nukkaa saman verran.	4 Nukkaa saman verran kuin standardivillakangaspaloissa.
500	3 - 4	3
1000	3	2 - 3
2000	2 - 3	2
5000	2	1 - 2
7000	2	1 - 2

Jo ennen testausta havaittiin irtonukkaa neuloksessa.

Taulukko 19: Materiaali 96 % CV/4 % LYCRA (260 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4 - 5</b> Pinnalla kuitunöyhtää ja muutama valkoinen kuidunpätkä, jotka saattoivat olla katkenneita lycrakuituja	<b>4</b> Ei nöyhtää, mutta muutama pieni nyppy pinnassa.
500	<b>3 - 4</b> Lycrakuitupätkät olivat pidentyneet ja kuitunukasta oli muodostunut muutamia nyppejä.	<b>4</b> Pienten nyppejen määrä kasvanut, nöyhtää ei edelleenkään ollut näkyvissä.
1000	<b>3</b> Nypyt suurempia verrattuna Face to face-paloihin	<b>3 - 4</b>
2000	<b>2 - 3</b>	<b>3</b>
5000	<b>2</b> Muutama iso valkoisista lycrakuidunpätkistä syntynyt nyppy	<b>2 - 3</b> Pientä nyppeä tiheässä.
7000	<b>2</b>	<b>2 - 3</b>

Taulukko 20: Materiaali 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

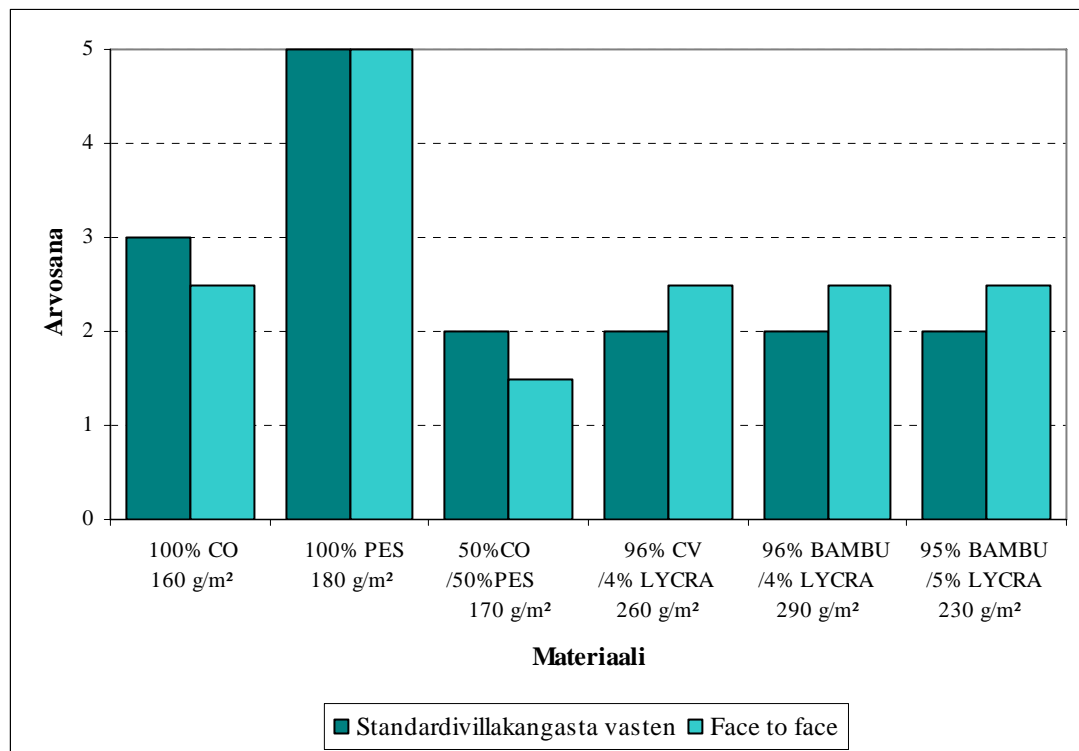
Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4 - 5</b> Pitkää kuitunukkaa pinnalla, muutama nyppy	<b>4 - 5</b> Lyhyempää kuitunukkaa pinnalla, muutama nyppy
500	<b>3 - 4</b> Nypyt suurempia ja harvemmassa.	<b>3 - 4</b> Nypyt pienempiä ja tiheämmässä.
1000	<b>3</b>	<b>3</b>
2000	<b>2 - 3</b>	<b>2 - 3</b> Nypyt ovat pieniä, mutta niitä on tiheässä.
5000	<b>2</b>	<b>2 - 3</b>
7000	<b>2</b>	<b>2 - 3</b>

Neuloksessa oli jo ennen testausta muutama nyppy näkyvissä

Taulukko 21: Materiaali 95 % BAMBU/5 % LYCRA (230 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4</b> Pitkää kuitunukkaa pinnalla, muutama valkoinen kuidunpätkä.	<b>4 - 5</b> Lyhyttä kuitunukkaa pinnalla
500	<b>3 - 4</b> Muutama selvä nyppy	<b>4</b> Pientä nyppeyntymistä.
1000	<b>3</b>	<b>3 - 4</b>
2000	<b>2 - 3</b>	<b>3</b>
5000	<b>2</b> Muutamia isoja nyppejä, pinta nöyhtänyt suurelta osin	<b>2 - 3</b> Pieniä nyppejä tiheässä.
7000	<b>2</b>	<b>2 - 3</b>

Kuviosta 21 nähdään neulosten Martindale-arvosanojen eroavaisuudet. 100-prosenttisella polyesterineuloksella (Coolmax Frech) on parhaimmat arvosit Martindalen kummastakin menetelmästä. Huonoimman arvosit 2 standardivillakangastestistä ovat saaneet puuvilla–polyesterisekoite, viskoosi–lycrasekoite ja bambu–lycrasekoitteet. Puuvilla–polyesterisekoitteella oli huonoin nypyyntymisen kesto Face to face –periaatteella.



Kuvio 21: Neulosten nypyyntyminen kahdella eri Martindale-menetelmällä (7000 kierr.)

## Työvaatekankaat

Taulukko 22: Työvaatekankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (7000 kierroksen jälkeen. Materiaali 4. 100 000 kierroksen jälkeen)	
				Standardivillakangas	Face to face
1.	65 % PES/35 % CO	210	2/1-toimikas	3 - 4	3 - 4
2.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4	4 - 5
3.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4	4 - 5
4.	65 % PES/35 % CO	245	2/1-toimikas	5	5
5.	50 % PES/50 % CO	170	sileä neulos	2	2 - 3
6.	95 % CO/5 % EL	210	sileä neulos	3 - 4	3

## Työvaatekankaiden kierroskohtainen arvostelu

Taulukko 23: Materiaali 65 % PES/35 % CO (210 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 - 5 Pinnalla pidempiä kuidunpätkiä	5
500	4 - 5	5
1000	4 - 5	5
2000	4 Muutama pieni nyppe	4 - 5 Muutama pieni nypyn alku
5000	3 - 4	4
7000	3 - 4	3 - 4

Taulukko 24: Materiaali 65 % PES/35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5	5
1000	4 - 5	5
2000	4 - 5	5
5000	4 - 5	5
7000	4 Muutama pieni nyppe, kevyesti nöyhtänyt pinta	4 - 5 Muutama pieni nyppe



Taulukko 25: Materiaali 65 % PES/35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas )

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5	5
1000	5	5
2000	4 - 5 Muutama pieni nypyn alku	5 Toisessa palassa muutama pieni nypyn alku
5000	4 - 5 Toisessa palassa muutama pieni nyp- py	4 - 5 Toisessa palassa muutama pieni nyp- py
7000	4	4 - 5

Taulukko 26: Materiaali 65 % PES/35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	5	5
500	5	5
1000	5	5
2000	5	5
5000	5	5
7000	5	5
100 000	5	5

Koska materiaali ei nypyyntynyt ollenkaan 7000 kierroksen jälkeen, testaamista jatkettiin 100 000 kierrokseen saakka asiakkaan toivomuksesta. Tämänkin jälkeen arvosana oli edelleen 5. Materiaali ei nypyyntynyt, koska se on rakenteeltaan tiheää, toimikasidoksestaan huolimatta, loimi on erittäin kovakierteistä lankaa, jossa on pienehkö kierre vaihtelu ja kude ja loimi ovat kierteiltään erisuuntaisia

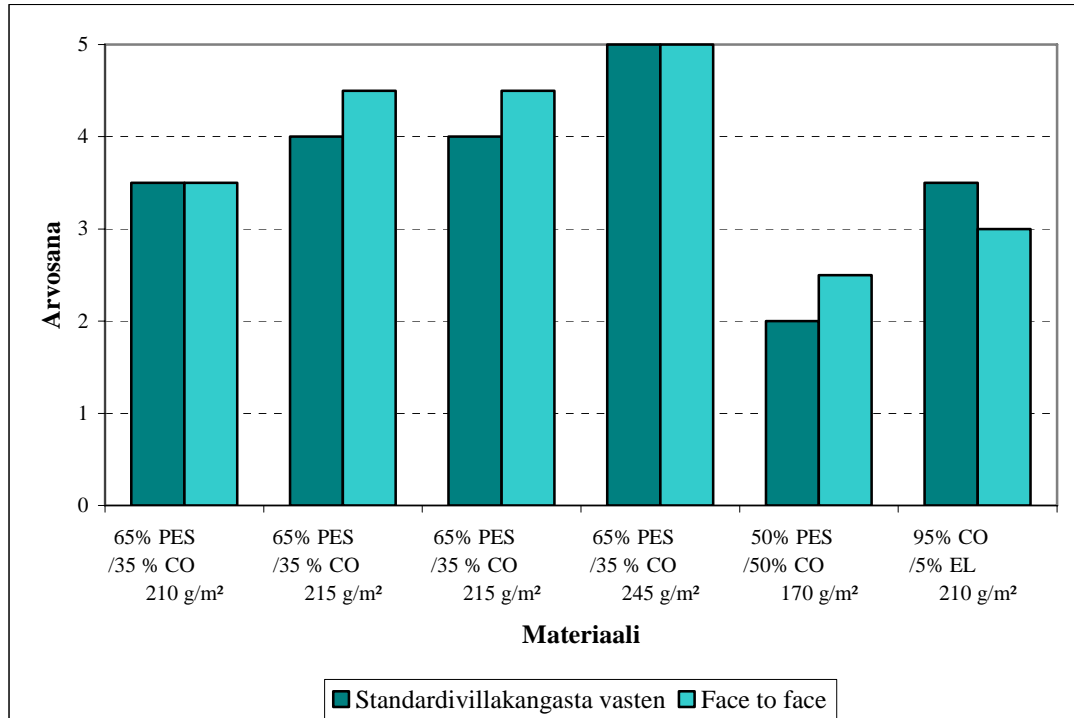
Taulukko 27: Materiaali 50 % PES/50 % CO (170 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos )

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 - 5 Vähän nöyhtänyt pinta, jossa muutamia vaaleita, ohuita ja pitkiä kuituja pinnassa, jotka melko varmasti standardivillakankaasta irronneita.	4 - 5 Lyhyempää pintanöyhtää, jonka vuoksi vaaleat kuidut eivät erottuneet lyhyytensä vuoksi yhtä hyvin.
500	4	4
1000	3 - 4	3 - 4
2000	3	3
5000	2 - 3 Muutama vaaleista kuiduista muodostunut nyp- py	2 - 3
7000	2	2 - 3

Taulukko 28: Materiaali 95 % CO/5 % EL (210 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	4 - 5 Pidempää kuitunukkaa pinnalla	4 - 5 Lyhyempää kuitunukkaa pinnalla, nypyn alkuja
500	4 Kevyesti nöyhtänyt pinta	4 Muutamia pieniä nyppejä
1000	4	3 - 4 Muutama suurempi nyppe pienien lisäksi.
2000	4	3 - 4
5000	4	3 - 4
7000	3 - 4	3

Kuviosta 22 voidaan huomata kuinka työvaatemateriaalien Martindale-menetelmällä saadut arvosanat poikkeavat toisistaan. Painavin polyesteri-puuvillasekoite menestyi arvosanalla 5 parhaiten kummassakin testissä. Polyesteri-puuvillaneulos sai kaikkein huonoimmat arvosanat kummassakin testissä.



Kuvio 22: Työvaatemateriaalien nypyyntyminen kahdella eri Martindale-menetelmällä (7000 kierr.)

## Lakanakankaat

Taulukko 29: Lakanakankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (7000 kierroksen jälkeen)	
				Standardivillakangas	Face to face
1.	100 % CO	120	toimikas	3	3 - 4
2.	100 % CO	120	satiini	3 - 4	2 - 3
3.	100 % CO	145	palttina	4 - 5	4 - 5
4.	100 % CO	140	palttina	3 - 4	3

## Lakanakankaiden kierroskohtainen arvostelu

Taulukko 30: Materiaali 100 % CO (120 g/m<sup>2</sup>, toimikas)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4 - 5</b> Vaaleita pitkiä kuituja pinnalla, hiukan nöyhtänyt pinta	<b>4</b> Muutama pieni nyppy
500	<b>4</b>	<b>3 - 4</b>
1000	<b>4</b>	<b>3 - 4</b>
2000	<b>3 - 4</b>	<b>3 - 4</b>
5000	<b>3 - 4</b>	<b>3 - 4</b>
7000	<b>3</b>	<b>3 - 4</b>

Taulukko 31: Materiaali 100 % CO (120 g/m<sup>2</sup>, satiini)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4</b> Kevyesti nöyhtänyt pinta ja standardivillakankaasta irronneita kuituja	<b>4</b> Kevyesti nöyhtänyt pinta, jossa lyhyempää kuitua, irtonukkaa irtosi pinnasta.
500	<b>4</b>	<b>3 - 4</b> Irtoukkaa irtosi pinnasta
1000	<b>4</b>	<b>3</b> Irtoukkaa irtosi pinnasta
2000	<b>3 - 4</b>	<b>3</b> Irtoukkaa irtosi pinnasta
5000	<b>3 - 4</b>	<b>2 - 3</b>
7000	<b>3 - 4</b>	<b>2 - 3</b>

Taulukko 32: Materiaali 100 % CO (145 g/m<sup>2</sup>, palttina)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4 - 5</b> Muutama vaalea kuitu, jotka ovat luultavasti peräisin standardivillakankaasta. Vähän nöyhtänyt pinta	<b>4 - 5</b> Kuitunöyhtä lyhyempää, muutama nypyn alku
500	<b>4 - 5</b>	<b>4 - 5</b>
1000	<b>4 - 5</b>	<b>4 - 5</b>
2000	<b>4 - 5</b>	<b>4 - 5</b>
5000	<b>4 - 5</b>	<b>4 - 5</b>
7000	<b>4 - 5</b>	<b>4 - 5</b>

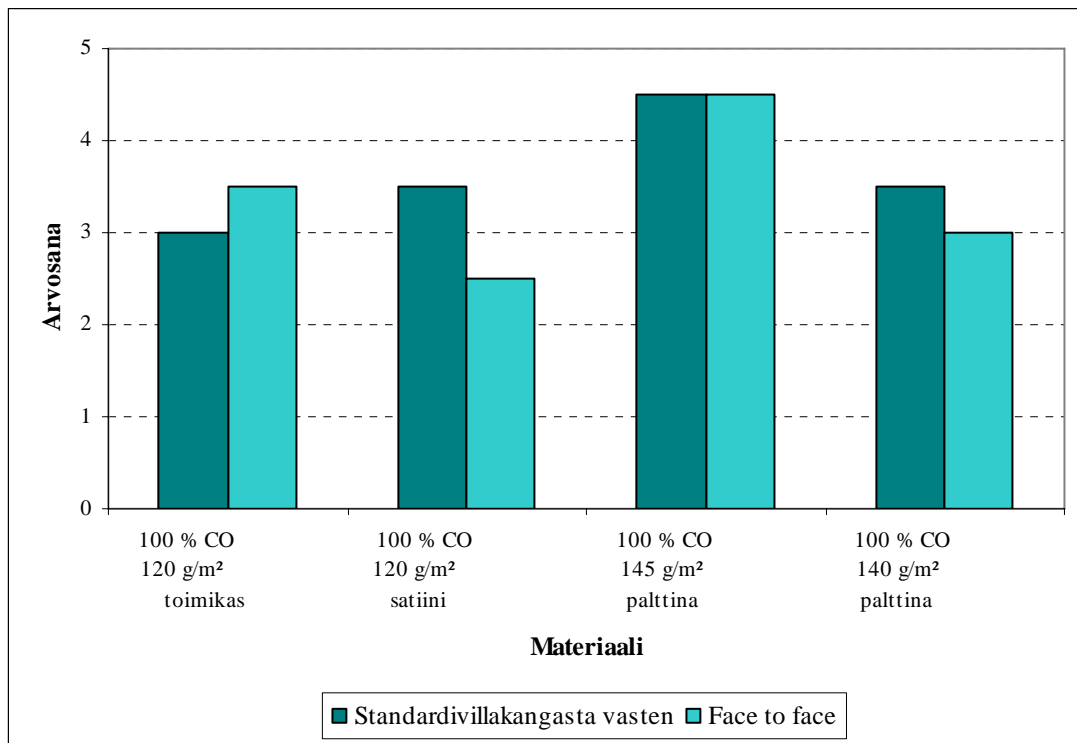
Toisessa näytepalassa, joka laitettiin hankautumaan standardivillakangasta vasten, oli jo valmiiksi yksi nyppey ennen testausta.

Taulukko 33: Materiaali 100 % CO (140 g/m<sup>2</sup>, palttina)

Kierrokset	Standardivillakangas	Face to face
125	<b>4 - 5</b> Muutama standardivillakankaasta irronnut ohut valkoinen kuitu pinnassa	<b>4 - 5</b> Muutama nypyn alku
500	<b>4 - 5</b>	<b>4</b> Näkyvissä selvempää nyppeytymisen alkua. Toisessa palassa irtonukkaa
1000	<b>4 - 5</b>	<b>4</b>
2000	<b>4</b>	<b>3 - 4</b>
5000	<b>3 - 4</b>	<b>3</b>
7000	<b>3 - 4</b>	<b>3</b>

Ensimmäisessä näytepalassa, joka laitettiin hankautumaan standardivillakangasta vasten oli jo ennen testauksen aloittamista yksi nyppey.

Kuviosta 23 käy ilmi 100-prosenttista puuvillaa olevien lakanakankaiden testiarvosanojen vaihtelevuus Martindale –menetelmällä. Painavammalla palttinasidoksisella materiaalilla on parhaimmat arvosanat kummastakin testistä. Standardivillakangas-testistä huonoimman arvosanan on saanut toimikassidoksinen materiaali ja Face to face–testissä huonoiten menestyi satiinisidoksinen materiaali.



Kuvio 23: Lakanakankaiden nyyppyntyminen kahdella eri Martindale-menetelmällä (7000 kierr.)

## 5.2 Random Tumble -menetelmä

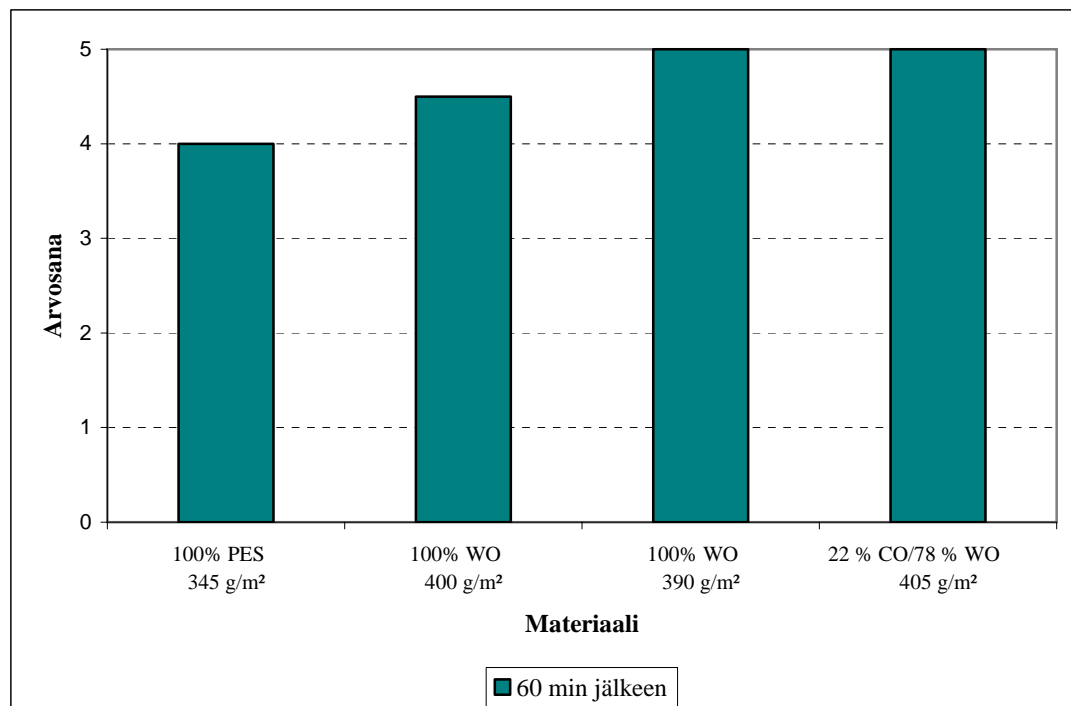
Ohessa ovat testimateriaalien Random Tumble -menetelmällä saadut testaustulokset materiaaliryhmittäin esitettyinä. (Taulukot 34–37)

## Huonekalukankaat

Taulukko 34: Huonekalukankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana
1.	100 % PES (Trevira CS)	345	yhdistetty sidos	4
2.	100 % WO	400	kreppi	4 - 5
3.	100 % WO	390	palttina	5
4.	22 % CO /78 % WO	405	3/1-toimikas	5

Kuviosta 24 voidaan nähdä pieni vaihtelevuus Random Tumble –menetelmällä testattujen huonekalukankaiden arvosanojen välillä. 100-prosenttisista villakankaista hiukan kevyemmällä ja villa–puuvillasekoitteella on paras arvosana 5. Huonoimman arvosanan tästä testistä sai 100-prosenttinen polyesterikangas, Trevira CS.



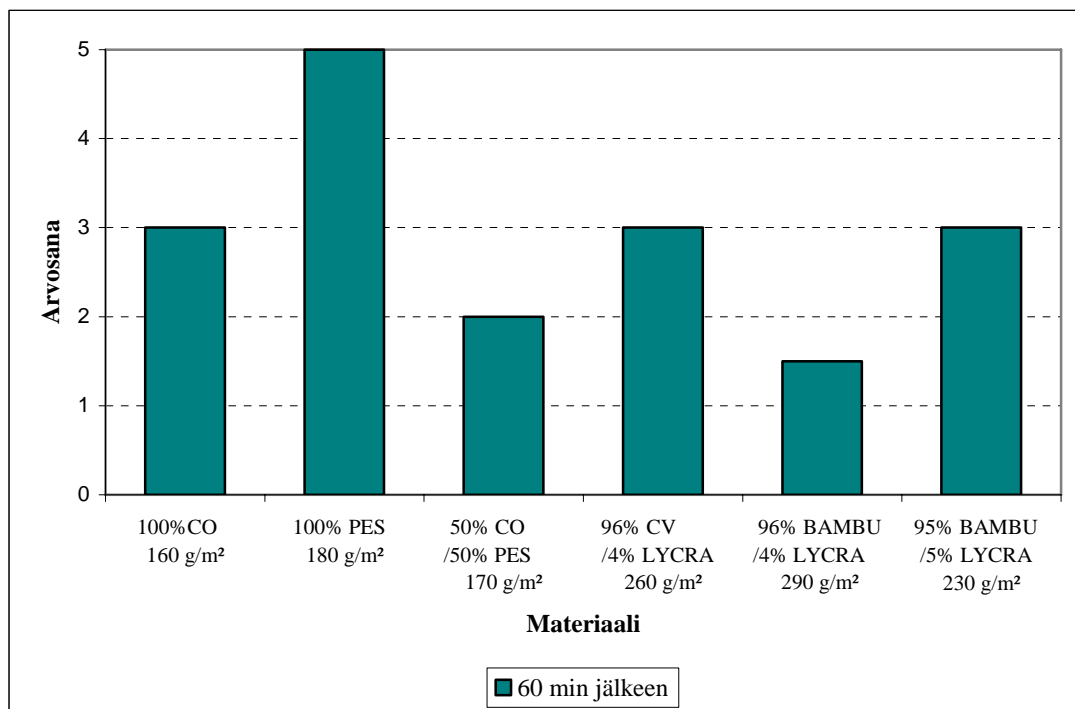
Kuvio 24: Huonekalukankaiden nyppyyntyminen Random Tumble -menetelmällä

## Neulokset

Taulukko 35: Neulosten lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana
1.	100 % CO	160	sileä neulos	3
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikee-neulos	5
3.	50 % CO/50 % PES	170	sileä neulos	2
4.	96 % CV /4 % LYCRA	260	sileä neulos	3
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	sileä neulos	1 - 2
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	230	sileä neulos	3

Kuviosta 25 nähdään, että neulosten Random Tumble-arvosanat vaihtelevat suuresti. 100-prosenttinen polyesterineulos, Coolmax Frech on nyppyyntymisen kestoltaan paras arvosanalla 5. Huonoimman arvosanan 1–2 sai painavampi bambu–lycra-neulos.



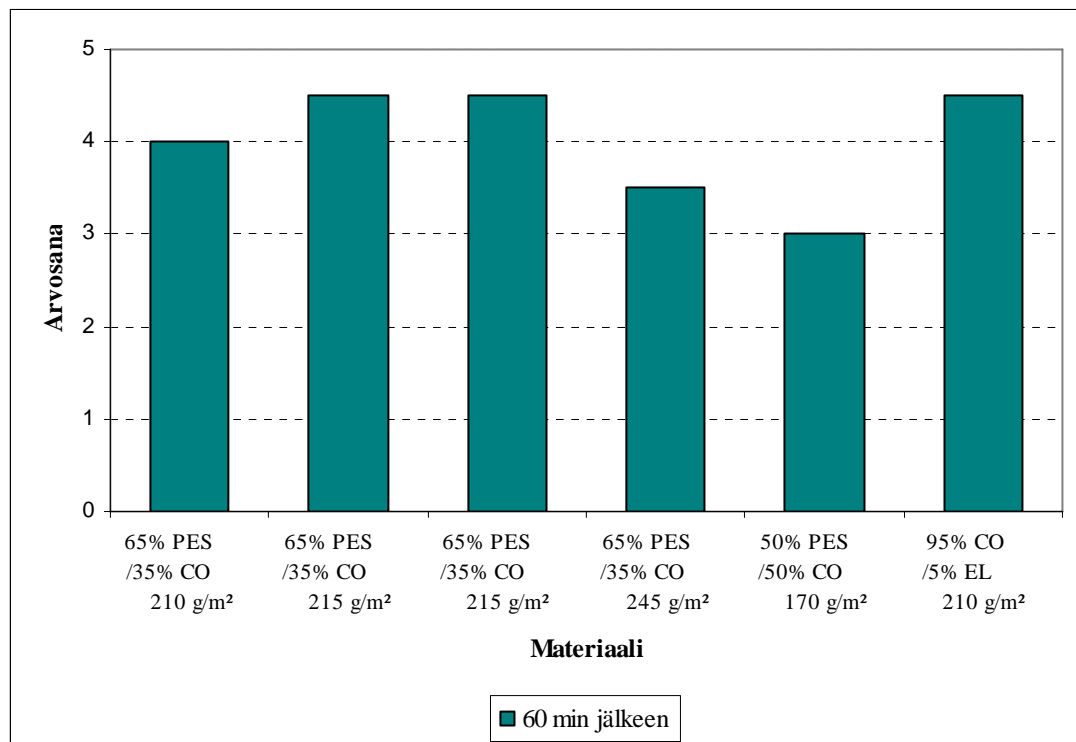
Kuvio 25: Neulosten nyppyyntyminen Random Tumble -menetelmällä

## Työvaatekankaat

Taulukko 36: Työvaatekankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana
1.	65 % PES/35 % CO	210	2/1-toimikas	4
2.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4 - 5
3.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4 - 5
4.	65 % PES/35 % CO	245	2/1-toimikas	3 - 4
5.	50 % PES/50 % CO	170	sileä neulos	3
6.	95 % CO/5 % EL	210	sileä neulos	4 - 5

Kuviosta 26 nähdään työvaatemateriaalien Random Tumble –menetelmällä saamien arvosanojen vaihtelu. Saman verran painavat polyesteri–puuvillasekoitteet ja puuvilla–elastaanineulos saivat parhaimman arvosanan 4–5. Polyesteri–puuvillaneulos sai testistä huonoimman arvosanan 3.



Kuvio 26: Työvaatemateriaalien nyyppyntyminen Random Tumble -menetelmällä

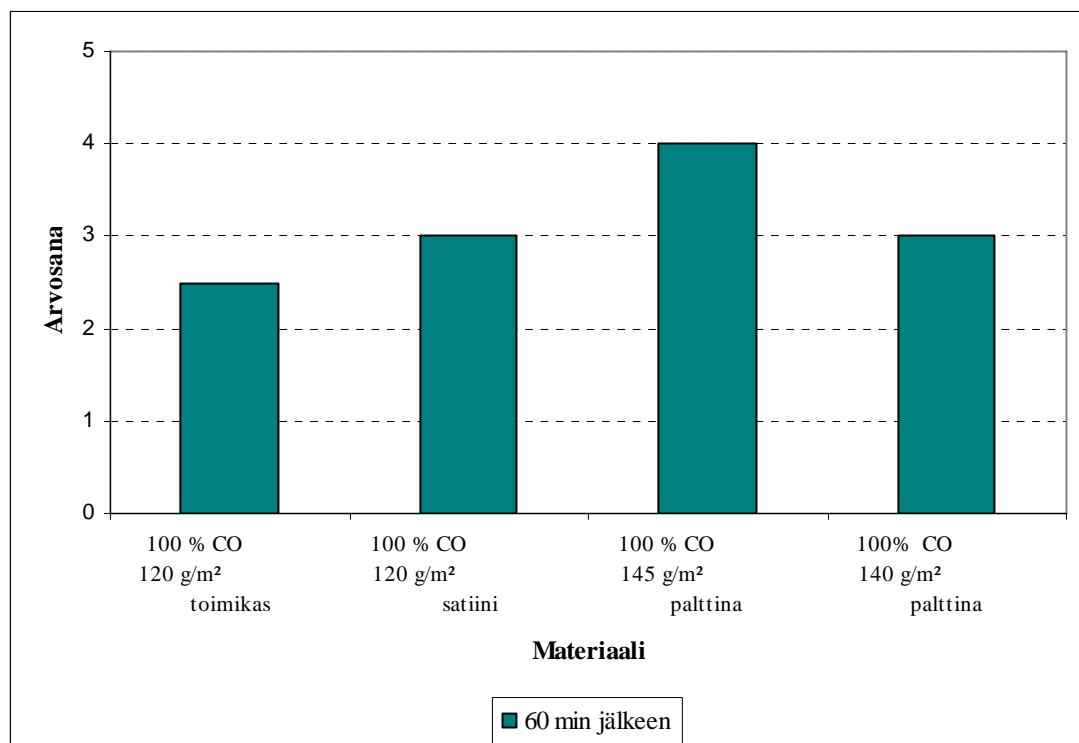


## Lakanakankaat

Taulukko 37: Lakanakankaiden lopulliset testausarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana
1.	100 % CO	120	toimikas	2 - 3
2.	100 % CO	120	satiini	3
3.	100 % CO	145	palttina	4
4.	100 % CO	140	palttina	3

Kuviosta 27 huomataan 100-prosenttisten puuvillalakanakankaiden erot Random Tumble -menetelmästä saaduissa arvosanoissa. Painavammalla palttinasidoksisella materiaalilla on paras arvosana 4. Toimikassidoksinen materiaali sai huonoimman arvosanan 2–3.



Kuvio 27: Lakanakankaiden nyppyyntyminen Random Tumble -menetelmällä

### 5.3 Pesunyyppyyntyminen

Huonekalukankaiden, neulosten, työvaatemateriaalien ja lakanakankaiden viiden pesun jälkeen saamat lopulliset pesunyyppyyntymisen arvosanat käyvät ilmi taulukoista 38– 41.

#### Huonekalukankaat

Taulukko 38: Huonekalukankaiden lopulliset pesunyyppyyntymisarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (5 pesun jälkeen)
1.	100 % PES	345	yhdistetty sidos	4 - 5
2.	100 % WO	400	kreppi	4 - 5
3.	100 % WO	390	palttina	4 - 5
4.	22 % CO/78 % WO	405	3/1-toimikas	4 - 5

#### Neulokset

Taulukko 39: Neulosten lopulliset pesunyyppyyntymisarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (5 pesun jälkeen)
1.	100 % CO	160	sileä neulos	4
2.	100 % PES	180	sileä pikee-neulos	5
3.	50 % CO/50 % PES	170	sileä neulos	4
4.	96 % CV/4 % LYCRA	260	sileä neulos	4 - 5
5.	96 % BAMBU/4 % LYCRA	290	sileä neulos	4 - 5
6.	95 % BAMBU/5 % LYCRA	230	sileä neulos	4 - 5

#### Työvaatekankaat

Taulukko 40: Työvaatekankaiden lopulliset pesunyyppyyntymisarvosanat

nro	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Arvosana (5 pesun jälkeen)
1.	65 % PES/35 % CO	210	2/1-toimikas	4 - 5
2.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4 - 5
3.	65 % PES/35 % CO	215	2/1-toimikas	4 - 5
4.	65 % PES/35 % CO	245	2/1-toimikas	5
5.	50 % PES/50 % CO	170	sileä neulos	4 - 5
6.	95 % CO/5 % EL	210	sileä neulos	4 - 5

## Lakanakankaat

Taulukko 41: Lakanakankaiden lopulliset pesunyyppyyntymisarvosanat

<b>nro</b>	<b>Materiaali</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>Sidos</b>	<b>Arvosana (5 pesun jälkeen)</b>
1.	100 % CO	120	toimikas	4 - 5
2.	100 % CO	120	satiini	4
3.	100 % CO	145	palttina	4 - 5
4.	100 % CO	140	palttina	4 - 5

### 5.4 Langan kierremittaukset

Nyppyntymistutkimuksen kannalta tärkeät tiedot testimateriaalien langoista on koottu taulukoihin 42 ja 44.

Taulukko 42: Testimateriaalien lankatiedot

nro	Materiaali	Neliömassa g/m <sup>2</sup>	Säikeiden määrä	Kierre- suunta	Kierre- määrä/m	Kierrevakio $\alpha$
<b>Huonekalukankaat:</b>						
1.	100 % PES (Trevira CS)	345	k =2 / l = 2	k =S / l = S	k =527 l = 506	k =132 l = 123
2.	100 % WO	400	k =2 / l = 2	k =S / l = S	k =336 l = 356	k =112 l = 114
3.	100 % WO	390	k =2 / l = 2	k =S / l = S	k =334 l = 508	k =107 l = 123
4.	22 % CO/78 % WO	405	k =3 / l = 2	k =S / l = S	k =362 l = 359	k =143 l = 88
<b>Neulokset:</b>						
1.	100 % CO	160	1	Z	1000	155
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	180	Ei mittauksia, koska lanka on jatkuvakuituista filamenttilankaa.			
3.	50 % CO/50 % PES	170	1	Z	948	153
4.	96 % CV/4 % LYCRA	260	1	Z	556	81
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	1	Z	934	138
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	230	1	Z	310	39
<b>Työvaatemateriaalit:</b>						
1.	65 % PES/35 % CO	210	k =1 / l = 1	k =Z / l = S	k =510 l = 1084	k =99 l = 171
2.	65 % PES/35 % CO	215	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =682 l = 726	k =122 l = 132
3.	65 % PES/35 % CO	215	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =442 l = 338	k =86 l = 58
4.	65 % PES/35 % CO	245	k =1 / l = 1	k =Z / l = S	k =462 l = 784	k =97 l = 159
5.	50 % PES/50 % CO	170	1	Z	1225	173
6.	95 % CO/5 % EL	210	1	Z	1450	194
<b>Lakanakankaat:</b>						
1.	100 % CO (toimikas)	120	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =1162 l = 1050	k =142 l = 129
2.	100 % CO (satiini)	120	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =1190 l = 1116	k =146 l = 132
3.	100 % CO (palttina)	145	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =778 l = 810	k =132 l = 138
4.	100 % CO (palttina)	140	k =1 / l = 1	k =Z / l = Z	k =882 l = 824	k =147 l = 140

k = kude      l = loimi

Taulukon 44 johtopäätökset kuteen ja loimen kierteestä on tehty variaatiokertoimien ja taulukossa 43 esitettävien kierrekerroinluokitusten perusteella.

Taulukko 43: Lankojen kierrekerroinluokitus

Kierrekerroin	
50 - 80	pehmeäkierteinen
81 - 120	normaalikierteinen
121 - 150	kovakierteinen
Yli 150	erikoiskiarteet (voile, kreppi, jne.)

Taulukko 44: Testimateriaalien lankatiedot

nro	Materiaali	Neliö- massa g/m <sup>2</sup>	Kierre- määrä /m	Kierre- vakio $\alpha$	Variaa- tioker- roin V%	Johtopäätökset
<b>Huonekalukankaat:</b>						
1.	100 % PES (Trevira CS)	345	k = 527 l = 506	k = 132 l = 123	k = 5,2 l = 2,6	Kude on kovakierteistä, jossa on pieni kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on pieni kierrevaihtelu.
2.	100 % WO	400	k = 336 l = 356	k = 112 l = 114	k = 4,2 l = 10,5	Kude on normaalikierteistä, jossa on pienehkö kierrevaihtelu. Loimi on normaalikierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.
3.	100 % WO	390	k = 334 l = 508	k = 107 l = 123	k = 7,5 l = 6,4	Kude on normaalikierteistä, jossa on pienehkö kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on pienehkö kierrevaihtelu.
4.	22 % CO /78 % WO	405	k = 362 l = 359	k = 143 l = 88	k = 7,2 l = 3,1	Kude on kovakierteistä, jossa on pienehkö kierrevaihtelu. Loimi on normaalikierteistä, jossa on pieni kierrevaihtelu.
<b>Neulokset:</b>						
1.	100 % CO	160	1000	155	20,3	Lyhyt kuitupituus, erittäin kova kierre: erikoiskierteinen lanka, suuri kierrevaihtelu.
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	180	Ei mittauksia, koska lanka on jatkuvakuituista filamenttilankaa.			
3.	50 % CO /50 % PES	170	948	153	15,7	Erittäin kova kierre: erikoiskierteinen lanka, suurehko kierrevaihtelu.
4.	96 % CV /4 % LYCRA	260	556	81	13,7	Normaalikierteinen lanka, suurehko kierrevaihtelu
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	934	138	13,5	Kovakierteinen lanka, suurehko kierrevaihtelu.
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	230	310	39	21,8	Erittäin pehmeäkierteinen lanka, suuri kierrevaihtelu

nro	Materiaali	Neliö- massa g/m <sup>2</sup>	Kierre- määrä /m	Kierre- vakio $\alpha$	Variaa- tioker- roin V%	Johtopäätökset
<b>Työvaatemateriaalit:</b>						
1.	65 % PES /35 % CO	210	k =510 l = 1084	k =99 l = 171	k =10,9 l = 9,1	Kude on normaalikierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on erittäin kovakierteistä, erikoiskierteistä lankaa. Pienehkö kierrevaihtelu.
2.	65 % PES /35 % CO	215	k =682 l = 726	k =122 l = 132	k =16,3 l = 10,4	Kude on kovakierteistä, jossa on suuri kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu
3.	65 % PES /35 % CO	215	k =442 l = 338	k =86 l = 58	k =12,9 l = 24,9	Kude on normaalikierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on pehmeäkierteistä, jossa on suuri kierrevaihtelu.
4.	65 % PES /35 % CO	245	k =462 l = 784	k =97 l = 159	k =18,6 l = 7,2	Kude on normaalikierteistä, jossa on suuri kierrevaihtelu. Loimi on erittäin kovakierteistä, erikoiskierteistä lankaa. Pienehkö kierrevaihtelu.
5.	50 % PES /50 % CO	170	1225	173	17,3	Erittäin kova kierre: erikoiskierteinen lanka, suuri kierrevaihtelu.
6.	95 % CO /5 % EL	210	1450	194	8,6	Erittäin kova kierre: erikoiskierteinen lanka, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.
<b>Lakanakankaat:</b>						
1.	100 % CO (toimikas)	120	k =1162 l = 1050	k =142 l = 129	k =8,7 l = 8,2	Kude on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.
2.	100 % CO (satiini)	120	k =1190 l = 1116	k =146 l = 132	k =10,2 l = 10,6	Kude on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.
3.	100 % CO (palttina)	145	k =778 l = 810	k =132 l = 138	k =11,1 l = 13,6	Kude on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.
4.	100 % CO (palttina)	140	k =882 l = 824	k =147 l = 140	k =9,8 l =11,9	Kude on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu. Loimi on kovakierteistä, jossa on keskisuuri kierrevaihtelu.

k = kude

l = loimi

## 6 TESTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI

Saatuja testaustuloksia verrattiin taulukoiden 45–46 vaatimuksiin, koska käyttötarkoitus määritteli hyväksytyt tason.

### Huonekalukankaat

Taulukko 45: SFS-EN 14465 -nyppyntymisstandardi huonekalukankaille (Martindale-menetelmä) /24/

Ominaisuus	Testausmenetelmä	Yksikkö	Toimivuustaso			
			A	B	C	D
Nyppyntyminen	EN ISO 12945-2 2000 hankauskierroksen jälkeen	asteikko 1 - 5	≥ 4 - 5	4	3 - 4	3

Huonekalukankaista materiaali 100 % PES, Trevira CS (345 g/m<sup>2</sup>, yhdistetty sidos) sai molemmilla Martindale-menetelmillä arvosanan 4, mikä vastaa SFS-EN 14465 nyppyntymis-standardin toimivuustasoa B, joka on toiseksi paras luokitus.

Huonekalukangas 100 % WO (400 g/m<sup>2</sup>, kreppi) sai molemmilla Martindale-menetelmillä arvosanan 4-5, mikä vastaa SFS-EN 14465 –nyppyntymisstandardin toimivuustasoa A, joka on paras luokitus.

Huonekalukangas 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>, palttina) sai molemmilla Martindale-menetelmillä arvosanan 5, mikä vastaa SFS-EN 14465 –nyppyntymisstandardin toimivuustasoa A, joka on paras luokitus.

Huonekalukangas 22 % CO/78 % WO (405 g/m<sup>2</sup>, 3/1-toimikas) sai molemmilla Martindale-menetelmillä arvosanan 3 - 4, mikä vastaa SFS-EN 14465 - nyppyntymisstandardin toimivuustasoa C, joka on kolmanneksi paras luokitus.

Taulukko 46: ECLAn nyppyyntymisstandardi vaateuskankaille (Random Tumble – menetelmä) /5/

Vaate	Arvosanavaatimus	Kierrosvaatimus
Housut, shortsit	4	18 000
Hameet	4	11 000
Pikkutakit	4	11 000
Päälystakit	4	18 000
Neuleet	3 - 4	7 000
Anorakit	4	18 000
Pyjamat, yöpaidat	4	7 000
Paidat, mekot, puserot	4	7 000
Alusvaatteet	4	7 000
Uimapuvut	4	7 000
Vuorikankaat	4	11 000

Testaustuloksia voitiin verrata vain niihin kohtiin, joissa on sama kierrosmäärä (7000)

## Neulokset

Neuloksista materiaalin 100 % CO (160 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyyntymisarvosana 4 oli testausarvosanoista ainoa, joka läpäisi ECLAn asettaman nyppyyntymisstandardin vaateuskankaille mukaisen nyppyyntymisen arvosanavaatimuksen.

Materiaali 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>, sileä pikeeneulos) oli neuloksista ainoa, jonka kaikki testausarvosanat ylittivät ECLAn asettaman nyppyyntymisstandardin vaateuskankaille mukaisen nyppyyntymisen arvosanavaatimuksen.

Materiaalin 50 % CO/50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyyntymisarvosana 4 oli testausarvosanoista ainoa, joka läpäisi ECLAn asettaman nyppyyntymisstandardin vaateuskankaille mukaisen nyppyyntymisen arvosanavaatimuksen.

Materiaalin 96 % CV/4 % LYCRA (260 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyyntymisarvosana 4–5 oli testausarvosanoista ainoa, joka läpäisi ECLAn asettaman nyppyyntymisstandardin vaateuskankaille mukaisen nyppyyntymisen arvosanavaatimuksen.



Materiaalin 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyntymisarvosana 4–5 oli testausarvosanoista ainoa, joka läpäisi ECLAn asettaman nyyppyntymisstandardin vaatetuskankaille mukaisen nyyppyntymisen arvosanavaatimuksen.

Materiaalin 95 % BAMBU/5 % LYCRA (230 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyntymisarvosana 4–5 oli testausarvosanoista ainoa, joka läpäisi ECLAn asettaman nyyppyntymisstandardin vaatetuskankaille mukaisen nyyppyntymisen arvosanavaatimuksen.

## Työvaatekankaat

Oli vaikeata löytää vaatimuksia, joihin työvaatemateriaalien testaustuloksia voisi verrata, koska useat eri materiaalien käyttövaatimukset rakentavat omat vaatimuskriteerinsä. Olenkin verrannut tuloksia ECLAn nyyppyntymisstandardiin, joka tarkoitettu vaatetuskankaille, vaikka siinä ei olekaan määrityksiä työvaatteille.

Työvaatemateriaaleista materiaali 65 % PES/35 % CO (210 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas) sai molemmilla Martindale-menetelmillä arvosanan 3-4, joka ei ihan riitä vähimmäisvaatimukseen, jonka voidaan päätellä ECLAn nyyppyntymisstandardin mukaan olevan 4. Random Tumble-menetelmällä arvosanaksi saatiin 4 ja pesunyyppyntymisestä tuli 4–5, jotka ovat molemmat riittäviä arvosanoja.

Punainen ja vihreä työvaatemateriaali 65 % PES/35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas) ovat samat materiaalit. Tämä seikka tulee ilmi myös täsmälleen samoista testaustuloksista kaikissa testeissä. nämä kankaat olivat työvaatemateriaaleista ainoat, jotka läpäisivät kaikissa testeissä ECLAn nyyppyntymisstandardin vaatimuksen. Martindale-menetelmän standardivillakangastestistä materiaalit saivat arvosanaksi 4 ja muista testeistä arvosanan 4–5.

Materiaali 65 % PES/35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas) sai molemmilla Martindale-menetelmillä ja pesunyyppyntymisestä arvosanan 5, joka täyttää hyvin ECLAn nyyppyntymisstandardin vaatimuksen. Random Tumble-menetelmällä arvosanaksi saatiin

3–4, joka jää hieman uupumaan vaatimuksesta.

Materiaalin 50 % PES/50 % CO (170 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) pesunyyppyyntymisarvosana 4–5 oli testausarvosanoista ainut, joka läpäisi ECLAn vaatetuskankaille asettaman nyyppyyntymis-standardin mukaisen arvosanavaatimuksen. Materiaalin 95 % CO/5 % EL (210 g/m<sup>2</sup>, sileä neulos) Face to face arvosana oli ainoa, joka ei läpäissyt ECLAn asettamaa nyyppyyntymisen arvosanavaatimusta.

## Lakanakankaat

SFS Tavaraselostekaavan nyyppyyntymisarvosanavaatimus lakanakankaille testimenetelmällä SFS 3378 (Random Tumble –menetelmä) on väh. 4. Tällöin selosteessa ilmoitetaan: Ei nyyppyyntynyt. /14/

Lakanakankaista materiaalin 100 % CO, (120 g/m<sup>2</sup>, toimikas) ei läpäissyt Random Tumble –menetelmällä saadulla arvosanalla 2–3 SFS Tavaraselostekaavan mukaista nyyppyyntymisen vähimmäisvaatimusta.

Lakanakangas 100 % CO, (120 g/m<sup>2</sup>, satiini) ei läpäissyt Random Tumble –menetelmällä saadulla arvosanalla 3 SFS Tavaraselostekaavan mukaista nyyppyyntymisen vähimmäisvaatimusta.

Materiaali 100 % CO, (145 g/m<sup>2</sup>, palttina) oli lakanakangasmateriaaleista paras nyyppyyntymisenkestoltaan, koska sen Random Tumble -menetelmällä saatu arvosana 4 ainoana täyttää SFS Tavaraselostekaavan nyyppyyntymisen vähimmäisvaatimuksen.

Lakanakangas 100 % CO, (140 g/m<sup>2</sup>, palttina) ei läpäissyt Random Tumble –menetelmällä saadulla arvosanalla 3 SFS Tavaraselostekaavan mukaista nyyppyyntymisen vähimmäisvaatimusta.

## Martindale-menetelmien parhaimmat ja huonoimmat arvosanat

Taulukosta 47 nähdään, että Martindale-menetelmän molemmista testeistä parhaimman arvosanan 5 saivat huonekalukankaista palttinasidoksinen 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>), neuloksista sileä pikeeneulos 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>) ja työvaatemateriaaleista 2/1-toimikas 65 % PES/35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>).

Taulukko 47: Martindale-menetelmien parhaimmat arvosanat

<b>Materiaali</b>	<b>Ryhmä</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>Sidos</b>	<b>Paras arvosana</b>	<b>Mahdollisia syitä mittaustuloksiin</b>
100 % WO	Huonekalukankaat	390	palttina	5	Palttinasidos, suhteellisen tiheärakenteinen kudos. Kude ja loimi kerrattua lankaa.
100 % PES	Neulokset	180	sileä pikeeneulos	5	Mikrokuitukangas. Neulottu jatkuva-kuituisesta filamentilangasta. Kaikkein tihein neulos
65 % PES /35 % CO	Työvaatemateriaalit	245	2/1-toimikas	5	Pienehkö kierrevaihtelu. Loimi erittäin kovakierteistä. Kuteella ja loimella on eri kierresuunta.

Taulukko 48 kertoo, että huonoin arvosana Martindale-menetelmän standardivillakangastestillä oli 2, jonka saivat neulosten neljä sileää neulosta: 50 % CO/50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>), 96 % CV/4 % LYCRA (260 g/m<sup>2</sup>), 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m<sup>2</sup>), 95 % BAMBU /5 % LYCRA (230 g/m<sup>2</sup>) ja työvaatteiden sileä neulos 50 % PES /50 % CO (170 g/m<sup>2</sup>). Nämä eivät täyttäneet ECLAn nyppyyntymisstandardin asettamaa vaatimusta neuleille, joka on 3-4.

Taulukko 48: Martindale-menetelmän standardivillakangastestin huonoimmat arvosit

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
50 % CO /50 % PES	Neulokset	170	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.
96 % CV /4 % LYCRA	Neulokset.	260	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta Langalla suurehko kierrevaihtelu
96 % BAMBU /4 % LYCRA	Neulokset	290	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta Langalla suurehko kierrevaihtelu
95 % BAMBU /5 % LYCRA	Neulokset	230	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta Erittäin pehmeäkierteinen lanka, suuri kierrevaihtelu
50 % PES /50 % CO	Työvaatemateriaalit	170	sileä neulos	2	Neulos. Langalla suuri kierrevaihtelu

Taulukosta 49 voidaan huomata, että Martindale-menetelmän Face to face -testin huonoin arvosana oli 1–2, jonka sai sileä neulos 50 % CO /50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>). Tämä neulos ei täyttänyt ECLAn nyppyyntymisstandardin asettamaa vaatimusta neuleille.

Taulukko 49: Martindale-menetelmän Face to face-testin huonoin arvosana

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
50 % CO /50 % PES	Neulokset	170	sileä neulos	1 - 2	Neulos on sekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.

## Random Tumble -menetelmän parhaimmat arvosanat ja huonoin arvosana

Taulukosta 50 nähdään, että Random Tumble –menetelmän testissä parhaimman arvosanan 5 saivat huonekalukankaiden palttinasiidoksinen 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>) ja 3/1-toimikas 22 % CO/78 % WO (405 g/m<sup>2</sup>), neuloksista sileä pikeeneulos 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>).

Taulukko 50: Random Tumble -menetelmän parhaimmat arvosanat

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
100 % WO	Huonekalukankaat	390	palttina	5	Palttinasiidos, suhteellisen tiheärakenneinen kudos
22 % CO /78 % WO	Huonekalukankaat	405	3/1-toimikas	5	Kude on kertokerrattua lankaa ja loimi kerrattua. Materiaali ei sisällä tekokuitua.
100 % PES	Neulokset	180	sileä pikeeneulos	5	Mikrokuitukangas. Neulottu jatkuva-kuituisesta filamenttilangasta. Kaikkein tihein neulos

Taulukosta 51 voidaan havaita, että huonoin arvosana Random Tumble –menetelmällä saatu arvosana oli 1–2, jonka sai sileä neulos 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m<sup>2</sup>). Tämä neulos ei täyttänyt ECLAn nyppyyntymisstandardin asettamaa vaatimusta neuleille.

Taulukko 51: Random Tumble -menetelmän huonoin arvosana

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
96 % BAMBU /4% LYCRA	Neulokset	290	sileä neulos	1 - 2	Neulos on sekoitetta Langalla suurehko kierrevaihtelu

## Pesunyyppyyntymisen parhaimmat ja huonoimmat arvosanat

Huonekalukankaista kaikki kankaat saivat pesunyyppyyntymisestä arvosanan 4-5. Ne eivät nyppyyntyneet, vain kuitunukkaa oli pinnassa. Neuloksista eniten nyppyyntyivät

ruskearaidallinen neulos (100 % CO, 160 g/m<sup>2</sup>) ja vihreäraidallinen neulos (50 % CO /50 % PES, 170 g/m<sup>2</sup>). Parhaimman arvosanan sai harmaa Coolmax-neulos (100 % PES). Työvaatemateriaaleista eniten nypyyntyivät kaikki muut paitsi Materiaali 4. (65 % PES/35 % CO, 245 g/m<sup>2</sup>), joka sai arvosanaksi 5. Nämä pesunypyyntymistestissä parhaiten menestyneet materiaalit löytyvät taulukosta 52.

Taulukko 52: Pesunypyyntymisen parhaimmat arvosanat

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
100 % PES	Neulokset	180	sileä pikee-neulos	5	Mikrokuitukangas. Neulottu jatkuvaakuituisesta filamenttilangasta. Kaikkein tihein neulos
65 % PES /35 % CO	Työvaatemateriaalit	245	2/1-toimikas	5	Pienukko kierrevaihtelu. Loimi on erittäin kovakierteistä. Kuteella ja loimella on eri kierresuunta.

Pesunypyyntymistestissä neuloksista huonoimman arvosanan saivat sileät neulokset (100 % CO 160 g/m<sup>2</sup>) ja (50 % CO/50 % PES 170 g/m<sup>2</sup>). Lakanakankaista eniten nypyyntyi materiaali 2. (100 % CO 120 g/m<sup>2</sup>, satiini). Lakanakankaiden paras arvosana oli 4-5. Sen saivat kaikki muut paitsi edellä mainittu satiinisidoksinen lakanakangas. Pesunypyyntymistestissä huonoimmat arvosanat saaneet materiaalit ovat listattuna taulukkoon 53.

Taulukko 53: Pesunypyyntymisen huonoimmat arvosanat

Materiaali	Ryhmä	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
100 % CO	Neulokset	160	sileä neulos	4	Neulos. Lyhyt kuitupituus. Suuri kierrevaihtelu
50 % CO /50 % PES	Neulokset	170	sileä neulos	4	Neulos on sekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.
100 % CO	Lakanakankaat	120	satiini	4	Kankaan sidos on satiini

## Pesunyyppyyntymisarvosanojen vertailu vastaaviin Martindale-menetelmien kierrosmääriin ja Random Tumble -menetelmän ajanjaksoihin

Pesunyyppyyntymisarvosanoja on vertailtu vastaaviin Martindale-menetelmien kierrosmääriin ja Random Tumble -menetelmän ajanjaksoihin (taulukot 54–57). Näitä taulukoita toisiinsa vertailemalla voidaan päätellä, että tästä testiryhmästä huonekalukankaat ovat keskimääräisesti parhaiten nyyppyyntymistä kestäviä ja neulokset eniten nyyppyyntyviä.

Taulukko 54: Huonekalukankaat

Huonekalukankaat					Vastaava kierrosmäärä		Vastaava aika
nro	Materiaali	Sidos	g/m <sup>2</sup>	Pesu-nyppyyntyminen	Standardivillakangas	Face to face	Random Tumble
1.	100 % PES (Trevira CS)	yhdistetty sidos	345	4 - 5	500	500	40 min
2.	100 % WO	kreppi	400	4 - 5	7000	7000	60 min
3.	100 % WO	palttina	390	4 - 5	2000 - 5000	2000 - 5000	> 60 min
4.	22 % CO /78 % WO	3/1-toimikas	405	4 - 5	1000	2000	> 60 min

Taulukko 55: Neulokset

Neulokset					Vastaava kierrosmäärä		Vastaava aika
nro	Materiaali	Sidos	g/m <sup>2</sup>	Pesu-nyppyyntyminen	Standardivillakangas	Face to face	Random Tumble
1.	100 % CO	sileä neulos	160	4	500	125	20 min
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	sileä pikee-neulos	180	5	7000	7000	60 min
3.	50 % CO /50 % PES	sileä neulos	170	4	125	125	< 20 min
4.	96 % CV /4 % LYCRA	sileä neulos	260	4 - 5	125	< 125	< 20 min
5.	96 % BAMBU /4 % LYCRA	sileä neulos	290	4 - 5	125	125	< 20 min
6.	95 % BAMBU /5 % LYCRA	sileä neulos	230	4 - 5	< 125	125	< 20 min

Taulukko 56: Työvaatemateriaalit

Työvaatemateriaalit					Vastaava kierrosmäärä		Vastaava aika
nro	Materiaali	Sidos	g/m <sup>2</sup>	Pesu- nyppynty- minen	Standardi- villakangas	Face to face	Random Tumble
1.	65 % PES /35 % CO	2/1- toimikas	210	4 - 5	1000	2000	20 min
2.	65 % PES /35 % CO	2/1- toimikas	215	4 - 5	5000	7000	60 min
3.	65 % PES /35 % CO	2/1- toimikas	215	4 - 5	5000	7000	60 min
4.	65 % PES /35 % CO	2/1- toimikas	245	5	7000	7000	< 20 min
5.	50 % PES /50 % CO	sileä neulos	170	4 - 5	125	125	< 20 min
6.	95 % CO /5 % EL	sileä neulos	210	4 - 5	125	125	60 min

Taulukko 57: Lakanakankaat

Lakanakankaat					Vastaava kierrosmäärä		Vastaava aika
nro	Materiaali	Sidos	g/m <sup>2</sup>	Pesu- nyppynty- minen	Standardi- villakangas	Face to face	Random Tumble
1.	100 % CO	toimikas	120	4 - 5	125	< 125	< 20 min
2.	100 % CO	satiini	120	4	1000	125	20 min
3.	100 % CO	palttina	145	4 - 5	7000	7000	< 20 min
4.	100 % CO	palttina	140	4 - 5	1000	125	20 min

### 6.1 Eri laitteiden ja menetelmien vaikutus testaustuloksiin

Testaustulokset osoittavat, että eri testilaitteet voivat antaa erilaiset nyppyntymistulokset samalle kankaalle. Tässä testisarjassa viisi kertaa toistetut pesut eivät aiheuttaneet testikankaisiin niin paljoa nyppyntymistä kuin Martindale-laitteella ja Random Tumble Pilling Testerillä tehdyt testit. Mikäli pesukertojen määrä olisi suurempi, materiaalit nyppyntyisivät enemmän.

Martindale-laitteella koepalat nöyhtäytyivät helpommin hankautuessaan standardivillakangasta vasten ja kuitunukka oli pidempää verrattuna Face to face -koepaloihin, jotka nyppyntyivät helpommin. Standardivillakankaista irtosi vaaleita kuituja useisiin testi-



kankaisiin ja nämä kuidut kerääntyivät nypyiksi joissakin tapauksissa. Face to face - koepalojen nypyt olivat pienempiä ja niitä oli tiheämmässä kuin villakangasta vasten hankautuneissa koepaloissa. Martindale-menetelmä antoi suurimmaksi osaksi huonommat nyppyntymisarvosanat kuin Random Tumble -menetelmä.

Huonekalukankaiden testauksesta saatiin samat arvosanat sekä Martindale- että Random Tumble -menetelmällä. Poikkeuksena oli villa-puuvillasekoitekangas, josta saatiin Random Tumble -menetelmällä selvästi parempi tulos verrattuna Martindalemenetelmällä saatuihin arvosanoihin.

Lakanakankaiden nyppyntymistestauksen arvosanat poikkesivat muista siten, että Martindale-menetelmällä saatiin paremmat arvosanat kankaille kuin Random Tumble -menetelmällä. Random Tumble -menetelmä tuntui pehmentävän koepaloja ja nypyt olivat ainoastaan pieniä.

Martindale-laitteistolla saadut Face to face -arvosanat ovat kaikkein luotettavimmat, koska testaustilanne muistuttaa normaalikäyttöolosuhteita, jossa kangas hankautuu itseään vasten. Random Tumble Pilling Tester -laitteessa pyörineet koepalat joutuivat alttiiksi kevyemmälle ja sattumanvaraiselle hankaukselle, jossa koepalojen molemmat puolet hankautuivat korkkilevyä vasten.

Taulukoista 58 ja 59 nähdään eri nyppyntymisen testausmenetelmien parhaiten ja huonoiten menestyneet huonekalukankaat arvosanoineen. Lisäksi on esitetty mahdollisia syitä mittaustuloksiin.

Taulukko 58: Huonekalukankaiden parhaimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	100 % WO	390	palttina	5	Palttinasidos, suhteellisen tiheärakenteinen kudos. Kude ja loimi kerrattua lankaa
Martindale /Face to face	100 % WO	390	palttina	5	
Random Tumble	100 % WO	390	palttina	5	
	22 % CO /78 % WO	405	3/1-toimikas	5	Kude on kertokerrattua lankaa ja loimi kerrattua. Materiaali ei sisällä tekokuitua.

Taulukko 59: Huonekalukankaiden huonoimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	22 % CO /78 % WO	405	3/1-toimikas	3 - 4	Kankaan rakenteessa on paljon pitkiä lankajuoksuja
Martindale /Face to face	22 % CO /78 % WO	405	3/1-toimikas	3 - 4	
Random Tumble	100 % PES (Trevira CS)	345	yhdistetty sidos	4	Kuidun poikkileikkaus on pyöreä ja sileä.

Taulukoihin 60 ja 61 on listattu eri nyppyyntymisen testausmenetelmien parhaiten ja huonoiten menestyneet neulokset arvosanoineen. Lisäksi on esitetty mahdollisia syitä mittaustuloksiin.

Taulukko 60: Neulosten parhaimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikee-neulos	5	Mikrokuitukangas. Neulottu jatkuva- vakuutisesta filamenttilangasta. Kaikkein tihein neulos
Martindale /Face to face	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikee-neulos	5	
Random Tumble	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikee-neulos	5	
Pesu	100 % PES (Coolmax Frech)	180	sileä pikee-neulos	5	

Taulukko 61: Neulosten huonoimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	50 % CO /50 % PES	170	sileä neulos	2	Neulos on puuvilla-polyesterisekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.
	96 % CV /4 % LYCRA	260	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta Langalla suurehko kierrevaihtelu
	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	sileä neulos	2	
	95 % BAMBU /5 % LYCRA	230	sileä neulos	2	Neulos on sekoitetta Erittäin pehmeäkierteinen lanka, suuri kierrevaihtelu
Martindale /Face to face	50 % CO /50 % PES	170	sileä neulos	1 - 2	Neulos on sekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.
Random Tumble	96 % BAMBU /4 % LYCRA	290	sileä neulos	1 - 2	Neulos on sekoitetta Langalla suurehko kierrevaihtelu
Pesu	100 % CO	160	sileä neulos	4	Neulos. Lyhyt kuitupituus. Suuri kierrevaihtelu
	50 % CO /50 % PES	170	sileä neulos	4	Neulos on puuvilla-polyesterisekoitetta. Langalla suurehko kierrevaihtelu. Hiukan sähköinen materiaali.

Taulukoissa 62 ja 63 on esitetty eri nypyyntymisen testausmenetelmien parhaiten ja huonoiten menestyneet työvaatemateriaalit arvosanoineen. Lisäksi on pohdittu mahdollisia syitä mittaustuloksiin.

Taulukko 62: Työvaatemateriaalien parhaimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	65 % PES /35 % CO	245	2/1 -toimikas	5	Pienehkö kierrevaihtelu. Loimi erittäin kovakierteistä. Kuteella ja loimella on eri kierresuunta.
Martindale /Face to face	65 % PES /35 % CO	245	2/1 -toimikas	5	
Random Tumble	65 % PES /35 % CO	215	2/1 -toimikas	4 - 5	Kude ja loimi ovat kovakierteisiä. Tiheärakenteinen kudos
	65 % PES /35 % CO	215	2/1 -toimikas	4 - 5	Tiheärakenteinen kudos
	95 % CO /5 % EL	210	sileä neulos	4 - 5	Erittäin kova kierre: erikoiskierteinen lanka
Pesu	65 % PES /35 % CO	245	2/1-toimikas	5	Pienehkö kierrevaihtelu. Loimi erittäin kovakierteistä. Kuteella ja loimella on eri kierresuunta.

Taulukko 63: Työvaatemateriaalien huonoimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	50 % PES /50 % CO	170	sileä neulos	2	Neulos. Langalla suuri kierrevaihtelu
Martindale /Face to face	50 % PES /50 % CO	170	sileä neulos	2 -3	
Random Tumble	50 % PES /50 % CO	170	sileä neulos	3	

Taulukoihin 64 ja 65 on listattu eri nyppyyntymisen testausmenetelmien parhaiten ja huonoiten menestyneet lakanakankaat arvosanoineen. Lisäksi on esitetty mahdollisia syitä mittaustuloksiin.

Taulukko 64: Lakanakankaiden parhaimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Paras arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	100 % CO	145	palttina	4 - 5	Kankaan sidos on palttina
Martindale /Face to face	100 % CO	145	palttina	4 - 5	
Random Tumble	100 % CO	145	palttina	4	

Taulukko 65: Lakanakankaiden huonoimmat arvosanat eri testausmenetelmillä

Menetelmä	Materiaali	g/m <sup>2</sup>	Sidos	Huonoin arvosana	Mahdollisia syitä mittaustuloksiin
Martindale /standardivillakangas	100 % CO	120	toimikas	3	Kangas on toimikassidoksinen
Martindale /Face to face	100 % CO	120	satiini	2 - 3	Kangas on satiinisidosta
Random Tumble	100 % CO	120	toimikas	2 - 3	Kangas on toimikassidoksinen
Pesu	100 % CO	120	satiini	4	Kankaan sidos on satiini

## *6.2 Eri materiaalien ja sidosten vaikutus testaustuloksiin*

Coolmax-neulos (100 % PES), oli ainut materiaali, joka ei nöyhtänyt tai nyppyyntynyt missään testissä, koska se on neulottu jatkuvakuituisesta filamenttilangasta. Toinen testissä mukana ollut 100-prosenttinen PES-kuitu, Trevira CS sai kaikilla nyppyyntymisen testauslaitteilla arvosanan 4 ja pesunyyppyyntymisestä 4-5. Trevira CS, 100 % PES-kuitu ei varsinaisesti nyppyyntynyt, vaan pinnalle muodostui pientä nöyhtää.

Kudoksista polyesteri-puuvillasekoitteet menestyivät hyvin kaikissa testeissä. Puuvillalakanakankaista kaikki saivat kohtalaiset arvosanat Martindale- ja Random Tumble -menetelmillä, poikkeuksen teki palttinasidoksinen puuvillakangas (145 g/m<sup>2</sup>), joka sai Martindale-menetelmällä arvosanan 4-5 ja Random Tumble –menetelmällä arvosanan 4. Pesunyyppyyntymisessä huonoiten selviytyi satiinisidoksinen lakana, joka sai arvosanaksi 4 muiden saadessa 4-5. Huonekalukankaista 100-prosenttista villaa olevat kankaat saivat parhaimmat nyppyyntymisarvosanat.

Kaiken kaikkiaan neulossekoitteet nyppyyntyivät kaikkein eniten, lukuun ottamatta työvaatekankaisiin kuuluvaa vihreää neulosta (95 % CO/5 % EL), joka sai Random Tumble -menetelmällä arvosanaksi 4-5. Puuvillan hyvä märkäljuusarvo näkyi pesunyyppyyntymistuloksista siten, että kolmesta huonoimmasta pesunyyppyyntymisen arvosanan saaneista kaksi oli 100-prosenttista puuvillaa ja myös 4 arvosanaksi saaneessa puuvilla-polyesterineulesekoitteessakin oli puuvillan osuus 50 prosenttia. Polyesterillä on melkein yhtä hyvä märkäljuus kuin puuvillalla.

Materiaalin sidoksella oli myös selvä vaikutus mittaustuloksiin, koska testeissä kaikkein parhaiten menestyneiden testimateriaalien sidokset olivat nyppyyntymisen kestoaltaan parhaimmasta päästä olevia sidoksia, kuten palttina, sileä pikeeneulos ja kreppi. Myös työvaatemateriaalien tiheärakenteinen 2/1-toimikas-sidos osoittautui hyväksi sidokseksi vähäisen nyppyyntymisensä vuoksi. Testeissä tuli hyvin ilmi kuinka herkästi neulokset kudoksiin verrattuna nyppyyntyivät. Sileää neulosta olevat testimateriaalit nyppyyntyivät kaikkein eniten.

## 7 NYPPYYNTYMISEN VÄHENTÄMINEN

Synteettisistä katkokuiduista valmistetuissa kankaissa ja akryyli- ja villaneuloksissa nyppyyntyminen on hyvin usein ongelmana. Villa- ja villasekoitekankaan nyppyyntymistä voidaan vähentää suosimalla materiaalissa vain pitkiä kuituja. Filamenttilangoista valmistetut tuotteet eivät nyppyyntyä niin helposti kuin katkokuiduista valmistetut. /1, 9/

Nyppyyntymistä voidaan vähentää käyttämällä kertokerratuista langoista tai tiukkakierteisistä langoista valmistettuja kankaita, joissa on käytetty viimeistysainetta, joka sitoo kuidut kankaan pintaan kulutuksen aikana. Kuituhienoudella on myös suuri vaikutus nyppyyntymiseen. Kuidun poikkileikkaus vaikuttaa siten, että jos se on muodoltaan nauhamainen tai epäsäännöllinen, materiaali ei nyppyyntyä niin todennäköisesti kuin poikkileikkaukseltaan pyöreä ja sileä. Nyppyyntymistäipumusta voidaan vähentää käyttämällä poikkileikkaukseltaan kolmilohkoista tai neljälohkoista kuitutyyppiä. /8, 2/

Nyppyyntymisen ehkäisyssä tulee myös suosia vähäisesti nyppyyntyviä synteettisiä kuituja, joita kutsutaan antipilling-kuiduiksi. Nyppyyntymisen haittaavuus tuotteessa riippuu paljolti pinnasta, väreistä, ulkonäöstä sekä tuotteen käyttötarkoituksesta. /9/

Pesussa nyppyyntymistä voidaan vähentää

- täyttämällä pesukone löyhästi, jotta vaatteet pääsevät pyörimään vapaasti ja vaatteiden hankaus olisi mahdollisimman vähäistä
- käyttämällä lyhyempää pesuohjelmaa prässätyille vaatteille, neuleille ja herkille kuduille
- pesemällä neuleet, herkistä kuduista valmistetut vaatteet ja vaatteet, joissa on prässit, eri kerralla kuin vaatteet, joilla on taipumusta nöyhtäytyä
- käyttämällä huuhteluainetta, joka vähentää hankaussähköä ja ehkäisee samalla nukkapallojen tarttumista kankaaseen
- kääntämällä arat vaatekappaleet nurin päin ennen pesuun laittamista /31/

Nyppyntyneen tekstiilin voi kunnostaa käyttämällä pyörivillä terillä varustettua sähköistä nypynpoistajaa (kuvio 28), joka leikkaa nypyn jalat poikki. Tällä tavalla vaateen käyttöikä saadaan pidennettyä. /11, 16/



Kuvio 28 Nypynpoistaja

### *7.1 Antipillingkuidut*

Nyppyntymisongelman minimoimiseksi on kehitetty antipillingkuituja. Antipillingkuidut ovat useimmiten polyakryylistä ja polyesteristä polymeerien kemiallisella muu-  
toksella eli kopolymeroimalla valmistettuja kuituja, joilla on hyvä nyppyntymisenkes-  
to. Tällainen kuidun kemiallinen muokkaaminen parantaa myös kuidun värjäytymisky-  
kyä. Pitkä varastointiaika heikentää antipillingkuitujen lujuutta./2, 9, 22, 23/

Taulukkoon 66 on listattu muutamien antipillingkuitujen kauppanimet ja valmistajat.

Taulukko 66: Antipillingkuitujen kauppanimet ja valmistajat /17, 2/

<b>Kaupp nimi</b>	<b>Valmistaja</b>
Pil Trol akryyli	Monsanto
Superia akryyli	Toho Rayon
Courtelle LC akryyli	Acordis
Tesil 22 ja 24 polyesteri	Silon
Diolen GV	Diolen Industrial Fibers
Trevira Perform polyesteri	Hoechst

## 7.2 Nyppyntymisenestoviimeistykset

Villaa tai synteettisiä kuituja sisältäville materiaaleille käytettävien nyppyntymisenesto- eli antipilling-viimeistyksien tarkoituksena on estää materiaalin nyppyntyminen muodostamalla kankaan pinnalle peittävä kalvo tai liuotinkäsittelyn avulla. Antipilling-käsittelyä käytetään mm. fleecen nyppyntymisen ehkäisemiseen. /4, 16/

Synteettisille kuiduille ja sekoitemateriaaleille käytetään hartsiviimeistystä antipillingvaikutuksen saamiseksi. Vähintään 50 prosenttia polyesterikatkokuitua sisältävien kankaiden nyppyntymistaipumusta voidaan vähentää natriumhydroksidi-vesiliuoksella. /26, 21/

Nyppyntymisongelma voidaan minimoida myös pintanukan poltolla tai leikkaamisella. Selluloosakuitumateriaaleille voidaan käyttää Biotouch-entsyymikäsittelyä, joka hajottaa kaikki kankaan pinnalle tulleet kuidunpäät (Sopii mm. Lyocell-materiaaleille). /3/



Taulukossa 67 esitetyillä viimeistyksillä on nyppyyntymistä ehkäisevä tai lisäävä vaikutus.

Taulukko 67: Muiden viimeistysten vaikutukset nyppyyntymiseen /11/

<b>Viimeistystyyppi</b>	<b>Vaikutus</b>
Siliävyysviimeistykset	Käyttökelpoinen nyppyyntymisen estoon.
Polttoviimeistys	
Puuvillan bioviimeistys sellulaasientsyymeillä	
Viimeistykset joissa käytetään verkkouttajahartseja kuten: Liestymisen estoviimeistykset	Vahvistaa nyppyyntymättömyyttä
Fluorocarbonviimeistykset	
Palonsuojaviimeistykset	
Lianhylkivyyksäsittelyt	Hyvin vähän vaikutusta
Antistaattiviimeistykset	
Viimeistykset, jotka parantavat värinkestoaa	
UV-suojaviimeistykset	
Koinsuojaviimeistykset	
Antimikrobiviimeistykset	
Useimmat pehmitteaineet, erityisesti silikonit	Lisää nyppyyntymistä
Silikoni-elastomeerit ja silikonivedenhylkivyyksi-	
tyt	
Parafiini-vedenhylkivyyksi-	
Antistaattiviimeistykset, jos ne ovat pehmittäviä.	

## 8 TESTAUSTULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Testaustulosten yhteenvetotaulukosta (taulukko 68) nähdään kaikkien testikankaiden materiaalitiedot ja kaikista nyppyyntymistesteistä annetut arvosanat.

Taulukko 68: Nyppyyntymistestauksen yhteenveto kaikista testauksessa käytetyistä materiaaleista.

nro	Materiaali	Käyttö	Sidos	g/m <sup>2</sup>	Martindale		RTPT	Pesu
					ST	F - F		
<b>Huonekalukankaat:</b>								
1.	100 % PES (Trevira CS)	huonekalut	yhdistetty sidos	345	4	4	4	4 - 5
2.	100 % WO	huonekalut	kreppi	400	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5
3.	100 % WO	huonekalut	palttina	390	5	5	5	4 - 5
4.	22 % CO/78 % WO	huonekalut	3/1-toimikas	405	3 - 4	3 - 4	5	4 - 5
<b>Neulokset:</b>								
1.	100 % CO	puserot	sileä neulos	160	3	2 - 3	3	4
2.	100 % PES (Coolmax Frech)	urheilualusasukat	sileä pikee-neulos	180	5	5	5	5
3.	50 % CO/50 % PES	puserot	sileä neulos	170	2	1 - 2	2	4
4.	96 % CV/4 % LYCRA	puserot	sileä neulos	260	2	2 - 3	3	4 - 5
5.	96 % BAMBU/ 4 % LYCRA	puserot	sileä neulos	290	2	2 - 3	1 - 2	4 - 5
6.	95 % BAMBU/ 5 % LYCRA	puserot	sileä neulos	230	2	2 - 3	3	4 - 5
<b>Työvaatemateriaalit:</b>								
1.	65 % PES/35 % CO	työvaatteet	2/1-toimikas	210	3 - 4	3 - 4	4	4 - 5
2.	65 % PES/35 % CO	työvaatteet	2/1-toimikas	215	4	4 - 5	4 - 5	4 - 5
3.	65 % PES/35 % CO	työvaatteet	2/1-toimikas	215	4	4 - 5	4 - 5	4 - 5
4.	65 % PES/35 % CO	työvaatteet	2/1-toimikas	245	5	5	3 - 4	5
5.	50 % PES/50 % CO	työvaatteet	sileä neulos	170	2	2 - 3	3	4 - 5
6.	95 % CO/5 % EL	työvaatteet	sileä neulos	210	3 - 4	3	4 - 5	4 - 5
<b>Lakanakankaat:</b>								
1.	100 % CO	vuodevaatteet	toimikas	120	3	3 - 4	2 - 3	4 - 5
2.	100 % CO	vuodevaatteet	satiini	120	3 - 4	2 - 3	3	4
3.	100 % CO	vuodevaatteet	palttina	145	4 - 5	4 - 5	4	4 - 5
4.	100 % CO	vuodevaatteet	palttina	140	3 - 4	3	3	4 - 5

ST = standardivillakangas

F - F = Face to face

RTPT = Random Tumble Pilling Tester

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisten materiaalien ja nyppyyntymistä kolmea eri menetelmää käyttäen sekä analysoida testausmenetelmien eroja. Saatujen testaustulosten perusteella voidaan sanoa, että saman materiaalin nyppyyntymisarvosana saattoi

vaihdella testausmenetelmästä riippuen. Huonekalukankaat olivat keskimääräisesti parhaiten nyppyyntymistä kestäviä ja neuloskoitteet eniten nyppyyntyviä.

Molemmat tutkimuksessa mukana olleista 100-prosenttista villaa olevista huonekalukankaista saavuttivat Martindale-menetelmän arvosanoillaan SFS-EN 14465 – nyppyyntymisstandardin parhaimman toimivuustason A.

100-prosenttista polyesteriä oleva Coolmax Frech -neulos oli ainut materiaali, joka ei nyppyyntynyt missään testissä, koska se oli testiryhmän ainoa filamenttikuidusta valmistettu materiaali. Ainoana neuloksena se saavutti ECLAn asettaman nyppyyntymisstandardin vaatimuksen vaatetuskankaille.

Punainen ja vihreä työvaatemateriaali 65 % PES/35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>, 2/1-toimikas) saivat kaikista testeistä samat tulokset. Nämä kankaat olivat työvaatemateriaaleista ainoat, jotka läpäisivät kaikissa testeissä ECLAn nyppyyntymisstandardin vaatimuksen.

Materiaali 100 % CO (145 g/m<sup>2</sup> palttina) oli lakanakangasmateriaaleista paras nyppyyntymisenkestoltaan, koska sen Random Tumble -menetelmällä saatu arvosana 4 ainoana täyttää SFS Tavaraselostekaavan nyppyyntymisen vähimmäisvaatimuksen.

Pesunyyppyyntymistestissä kaikki testikankaat menestyivät hyvin. Paras arvosana oli 5, jonka saivat neuloksista sileä pikeeneulos 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>) ja työvaatemateriaaleista 2/1-toimikas 65 % PES/35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>). Huonoin arvosana oli 4, jonka saivat neuloksista sileät neulokset 100 % CO (160 g/m<sup>2</sup>) ja 50 % CO /50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>), lakanakankaista satiinisidoksinen 100 % CO (120 g/m<sup>2</sup>).

Testaustuloksien perusteella nyppyyntymisen kestoltaan parhaimmiksi sidoksiksi osoitautuivat palttina, sileä pikeeneulos, kreppi ja tiheärakenteinen 2/1-toimikas.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

- 1 Boncamper Irma, Tekstiilioppi, Kuituraaka-aineet. Julkaisu C:20. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna.1999. Cityoffset, Tampere. 356 s. ISBN 951-784-058-6. ISSN 1238-1187
- 2 Boncamper Irma, Tekstiilioppi, Kuituraaka-aineet. 2. korjattu painos. Julkaisu C:1/2004. Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna, huhtikuu 2004. Saarijärven Offset Oy, Saarijärvi. 357 s. ISBN 951-784-228-7, ISSN 1238-1187
- 3 Boncamper Irma, Vaatetusalan materiaalit, 1. painos, Porvoo 2000, WS Bookwell Oy. 269 s. ISBN 951-0-24583-6
- 4 Eberle Hannelore, Hermeling Herman, Hornberger Marianne, Kilgus Roland, Menzer Dieter, Ring Werner, Ammattina vaate. Suom. Luoto Pirjo. Porvoo 2002, Werner Söderström Osakeyhtiö 2002. 304 s. ISBN 951-0-26522-5
- 5 ECLA, European Clothing Association Technical Committee. Recommendations concerning characteristics and faults in fabrics to be used for clothing. 1996. 75 s.
- 6 Hatch Kathryn L., Textile Science. University of Arizona Tucson. West Publishing Company, Minneapolis/Saint Paul, New York, Los Angeles, San Francisco. 1993. 472 s. ISBN 0-314-90471-9.
- 7 Hearle J.W.S.; Lomas B.; Cooke W.D.; Atlas of Fibre fracture and damage to textiles, 2nd edition, Woodhead Publishing, 1998. 477 s. ISBN: 978-1-85573-319-0
- 8 Koslowski Hans J., Dictionary of Man-Made Fibers, Terms, Figures, Trademarks. 1st Edition. International Business Press Publishers, 1998. 327 s. ISBN 3-87150-583-8
- 9 Markula Raija, Tekstiilitieto. 9. uudistettu painos. Porvoo 1999, WSOY-kirjapainoyksikkö. 317 s. ISBN 951-0-23028-6
- 10 Saville B.P, Physical testing of textiles, Woodhead Publishing , 1999. 314 s. ISBN: 978-1-85573-367-1 (Woodhead) 978-0-8493-0568-9 (CRC Press)

- 11 Schindler W.; Hauser Peter, Chemical finishing of textiles, Woodhead Publishing , Limited, 2004. 223 s. ISBN: 9781855739055
- 12 SFS-KÄSIKIRJA 27, Tekstiilit osa 1, 4. painos 500.92-09. Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. Lahti 1992, Lahden Kirjapaino ja Sanomalehti Oy. 450 s. ISBN 952-9591-27-6, ISSN 0780-7961
- 13 SFS-KÄSIKIRJA 27 - 2, Tekstiilit. osa 2. 2001. 5. uudistettu painos 500.01-11. Suomen Standardisoimisliitto, Kyrriiri Oy Helsinki 2001. 467 s. ISBN 952-5143-85-6, ISSN 0780-7961
- 14 Suomen Standardisoimisliitto, Tavaraselostekaava TSL 23-011. Vahvistettu 1985-12-02
- 15 Ukponmwan J.O., Mukhopadhyay A., Chartterjee K. N., Pilling, Textile Progress, Volume 28, Number 3. The Textile Institute, 1998. Latimer Trend, UK. 59 s. ISBN 1 870372 15 8, ISSN 0040 5167
- 16 Änkö Anja, TAMK:Tekstiilitietoutta, Tekstiilimateriaalien testausta. Tampere 1999

#### **Painamattomat lähteet**

- 17 Heinola Juha, Antipillingkuidut, opetusdia
- 18 Heinola Juha, Coolmax, opetusdia, 24.11.04, TAMK / pn, s.23, 25

#### **Sähköiset lähteet**

- 19 BNET Business Network. [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa4025/is\\_200207/ai\\_n9135577?tag=untagged](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa4025/is_200207/ai_n9135577?tag=untagged)
- 20 Chiweshe Annacleta, Cox Crews Patricia, Influence of Household Fabric Softeners and Laundry Enzymes on Pilling and Breaking Strength. University of Nebraska, Lincoln [PDF-tiedosto]. [Viitattu 12.12.2008] Saatavissa: <http://www.oneonta.edu/academics/huec/pdf/ACarticle1.PDF>
- 21 Free patents online. Pill-resistant polyester fabrics[www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: <http://www.freepatentsonline.com/4270913.html>
- 22 Free patents online. Process of producing acrylic synthetic fibers having anti-pilling properties [www-sivu]. [Viitattu 10.12.2008] Saatavissa: <http://www.freepatentsonline.com/4205037.html>

- 23 Springer Link – Journal Article. Pilling-resistant polyester fibre.[www-sivu]. [Viitattu 10.12.2008] Saatavissa:  
<http://www.springerlink.com/content/q647283w1579256v/>
- 24 Suomen Standardisoimisliitto Finnish Standards Association, SFS. Sähköinen SFS-standardi SFS-EN 14465 Tekstiilit. Huonekalukankaat. Vaatimukset ja testausmenetelmät. Standardisoimisyhdistys TEVASTA ry. Vahvistettu 2004-05-31. ICS 59.080.30; 97.140 [Viitattu 4.12.2008]. Ladataan SFS-verkkokaupasta 06/11/2007. Lataaja Tampereen ammattikorkeakoulu
- 25 Tampereen ammattikorkeakoulu [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: <http://www.tamk.fi>
- 26 thesmarttime.com. a Textile processing guide [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008]. Saatavissa: <http://www.thesmarttime.com/processing/anti-pilling-finish.htm>
- 27 The University of Manchester. Manchester 1824[www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: [http://www.manchester.ac.uk/aboutus/search/index.htm?num=10&as\\_dt=i&oe=UTF](http://www.manchester.ac.uk/aboutus/search/index.htm?num=10&as_dt=i&oe=UTF)
- 28 Turun kaupunki. Opetustoimi. Tietokone opetuksessa. Top-keskus. Perusidokset, palttina [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: [www.tkukoulu.fi/~mhnurmin/wwwperusidoksetpalttina.htm](http://www.tkukoulu.fi/~mhnurmin/wwwperusidoksetpalttina.htm)
- 29 Turun kaupunki. Opetustoimi. Tietokone opetuksessa. Top-keskus. Perusidokset, satiini [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008]. Saatavissa: <http://www.tkukoulu.fi/~mhnurmin/wwwpoms.htm>
- 30 Turun kaupunki. Opetustoimi. Tietokone opetuksessa. Top-keskus. Perusidokset, toimikas [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: [www.tkukoulu.fi/~mhnurmin/wwwtoimikas.htm](http://www.tkukoulu.fi/~mhnurmin/wwwtoimikas.htm)
- 31 University of Missouri. Extension. Missouri Families. Material Matters [www-sivu]. [Viitattu 4.12.2008] Saatavissa: <http://missourifamilies.org/quick/materialqa/material13.htm>
- 32 Yhteishyvä.fi. Bambuvaatteen hoito [www-sivu]. [Viitattu 16.12.2008] Saatavissa: [http://www.yhteishyva.fi/yhteishyva/pukeutuminen/vaatehuolto/bambuvaatteen\\_hoito/fi\\_FI/bambuvaatteen\\_hoito/](http://www.yhteishyva.fi/yhteishyva/pukeutuminen/vaatehuolto/bambuvaatteen_hoito/fi_FI/bambuvaatteen_hoito/)

## LIITTEET

- Liite 1 Mittauspöytäkirja, Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale, 100 % PES (345 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 2 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % WO (400 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 3 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % WO (390 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 4 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 22 % CO/78 % WO (405 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 5 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % CO (160 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 6 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % PES (180 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 7 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 50 % CO /50 % PES (170 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 8 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 96 % CV/4 % LYCRA (260 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 9 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 10 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 95 % BAMBU/5 % LYCRA (230 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 11 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 65 % PES /35 % CO (210 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 12 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 65 % PES /35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>) pun.
- Liite 13 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 65 % PES /35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>) vihr.
- Liite 14 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 65 % PES /35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 15 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 50 % PES /50 % CO (170 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 16 Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale

	95 % CO/5 % EL (210 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 17	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % CO toimikas (120 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 18	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % CO satiini (120 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 19	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % CO palttina (145 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 20	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Martindale 100 % CO palttina (140 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 21	Mittauspöytäkirja, Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % PES (345 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 22	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % WO (400 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 23	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % WO (390 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 24	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 22 % CO/78 % WO (405 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 25	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % CO (160 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 26	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % PES (180 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 27	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 50 % CO/50 % PES (170 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 28	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 96 % CV/LYCRA 4 % (260 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 29	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 96 % BAMBU/4 % LYCRA (290 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 30	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 95 % BAMBU/5 % LYCRA (230 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 31	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 65 % PES/35 % CO (210 g/m <sup>2</sup> )		
Liite 32	Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 65 % PES/35 % CO (215 g/m <sup>2</sup> ) pun.		



- |          |   |  |
|----------|---|--|
| Liite 33 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 65 % PES/35 % CO (215 g/m <sup>2</sup> ) vihr. |  |
| Liite 34 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 65 % PES/35 % CO (245 g/m <sup>2</sup> )       |  |
| Liite 35 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 50 % PES/50 % CO (170 g/m <sup>2</sup> )       |  |
| Liite 36 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 95 % CO/5 % EL (210 g/m <sup>2</sup> )         |  |
| Liite 37 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % CO toimikas (120 g/m <sup>2</sup> )      |  |
| Liite 38 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % CO satiini (120 g/m <sup>2</sup> )       |  |
| Liite 39 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % CO palttina (145 g/m <sup>2</sup> )      |  |
| Liite 40 | Mittauspöytäkirja Nyppyntymisen määrittäminen, Random Tumblemenetelmä, 100 % CO palttina (140 g/m <sup>2</sup> )      |  |
| Liite 41 | Mittauspöytäkirja, Langan kierteen määrittäminen, 100 % PES (345 g/m <sup>2</sup> )                                   |  |
| Liite 42 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % WO (400 g/m <sup>2</sup> )                                     |  |
| Liite 43 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % WO (390 g/m <sup>2</sup> )                                     |  |
| Liite 44 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 22 % CO/78 % WO (405 g/m <sup>2</sup> )                              |  |
| Liite 45 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % CO (160 g/m <sup>2</sup> )                                     |  |
| Liite 46 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % PES (180 g/m <sup>2</sup> )                                    |  |
| Liite 47 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 50 % CO/50 % PES (170 g/m <sup>2</sup> )                             |  |
| Liite 48 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 96 % CV/4 % LYCRA (260 g/m <sup>2</sup> )                            |  |
| Liite 49 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 96 % BAMBU /4 % LYCRA (290 g/m <sup>2</sup> )                        |  |
| Liite 50 | Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 95 % BAMBU /5 % LYCRA (230 g/m <sup>2</sup> )                        |  |

- Liite 51 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 65 % PES /35 % CO (210 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 52 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 65 % PES /35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>) pun.
- Liite 53 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 65 % PES/35 % CO (215 g/m<sup>2</sup>) vihr.
- Liite 54 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 65 % PES/35 % CO (245 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 55 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 50 % PES /50 % CO (170 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 56 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 95 % CO/5 % EL (210 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 57 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % CO toimikas (120 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 58 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % CO satiini (120 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 59 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % CO palttina (145 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 60 Mittauspöytäkirja Langan kierteen määrittäminen, 100 % CO palttina (140 g/m<sup>2</sup>)
- Liite 61 Mittauspöytäkirja Pesunyyppyyntymisen määrittäminen